UNIVERSITY OF TORONTO
3 1761 00175145 2

FESTSCHRIFT DER NATURHISTORISCHEN GESELLSCHAFT.

·1901·

23. 11. 07.

SAECULAR-FEIER

der

NATURHISTORISCHEN GESELLSCHAFT IN NÜRNBERG

1801 – 1901.

FESTSCHRIFT

den

Gönnern, Freunden und Mitgliedern der Gesellschaft

als Festgabe dargeboten am 27. Oktober 1901.

Der Schriftleitungsausschuss:

Dr. S. v. FORSTER. M. VERSEN.

Dr. A. FRANKENBURGER.

Druck von U. E. SEBALD, NÜRNBERG.

LIBRARY
MAY 20 1971
UNIVERSITY OF TORONTO

655298
4.4.57

Q
49
N26

Inhalt.

Seite

Einleitung I

Der fränkische Naturforscher Ernst von Bibra (1806—1878) in seinen Beziehungen zur Erdkunde. Von Prof. Dr. Sigm. Günther 1

Die Isopoden Süddeutschlands und Tirols. Von Dr. L. Koch 17

Bewegungsenergie und Gravitation als Grundlagen von Physik und Chemie. Von Theod. Schmiedel 73

Untersuchungen an dem Foraminiferengeschlecht Spiroplecta im allgemeinen und an Spiroplecta carinata d'Orb. im besonderen. Mit 6 Abbildungen. Von Erich Spandel 163

Die Foraminiferen des Permo-Carbon von Hooser, Kansas, Nordamerika. Von Erich Spandel 175

Vorgeschichtliche Denkmäler in der Umgegend von Nürnberg. Mit 17 lithographierten Tafeln und 7 Plänen im Text. Von L. Wunder. 195

XV Hügelgräber der Beckersloher Nekropole. Dazu Tafel XVIII—XXXII. Von Dr. S. von Forster 253

Die

Naturhistorische Gesellschaft Nürnberg

(1801—1901).

In der Festschrift, welche die Naturhistorische Gesellschaft Nürnberg bei Gelegenheit der hundertjährigen Wiederkehr ihres Geburtstages ihren Mitgliedern und Gönnern, sowie allen mit ihr in freundschaftlichem und Tauschverkehr stehenden Gesellschaften in Nah und Fern widmet, dürfen neben den wissenschaftlichen Abhandlungen als Früchten ihrer Thätigkeit auch Mitteilungen über ihre Entstehung und Lebensschicksale nicht fehlen. Dazu berufen, einen solchen historischen Abriſs zu geben, schöpfe ich das Material aus den mit kurzen Unterbrechungen sorgfältig geführten Annalen und Protokollen der Gesellschaft, stütze mich aber dabei zugleich auf die im Band VII unserer Abhandlungen enthaltenen »Mitteilungen aus der Geschichte der Naturhistorischen Gesellschaft« von Friedr. Knapp, einem der Veteranen unserer Gesellschaft, welcher auf eine nun fast 42jährige Zugehörigkeit zu derselben zurückblicken darf; dieselben sind fortgeführt bis zum Jahre 1847. Einen Überblick über das neunte Dezennium ihres Bestehens hat Prof. E. Spieſs als damaliger Direktor in der Jubiläumsschrift zur Feier des 90jährigen Jubiläums (IX. Band der Abhandlungen) niedergelegt.

Drei Männer waren es, würdige und bescheidene Gelehrte, die von glühender Begeisterung für die Naturwissenschaften beseelt, im Jahre 1801, in einer nicht nur für unsere Stadt trüben, wissenschaftlichen Bestrebungen wenig zugeneigten Zeit, abseits von der Menge mit ihren Neigungen stehend, die Naturhistorische Gesellschaft ins Leben riefen, Johann Wolf und seine Freunde Johann Karl Osterhausen und Jakob Sturm. Die Jdee, eine Gesellschaft zur Förderung seiner Lieblingsstudien zu gründen, ging von Wolf aus, der dieselbe bereits zwei Jahre vorher, leider — sei es infolge mangelnden Interesses der dazu Berufenen, sei es vielleicht auch infolge der unruhigen Zeitläufte — umsonst zu realisieren versucht hatte.

Spieſs hat in einer anläſslich der achtzigjährigen Stiftungsfeier gehaltenen Festrede in pietätvoller Weise die Biographieen unserer drei Gründer mitgeteilt, welche nach einem im Jahre 1891 gefaſsten Beschluſs dieser Festschrift beigegeben werden sollen. Diese drei Lebensbilder mögen hier an erster Stelle Platz finden.

Dr. Johann Wolf,

der erste Begründer und Stifter unserer Gesellschaft, wurde am 26. Mai 1765 als der Sohn eines Gärtners am Rennweg geboren.

Er besuchte in seiner Jugend, nachdem sein Vater gesehen, daſs er nicht zum Gärtner und Handwerker tauge, wozu er zuerst bestimmt war, die Schule bei St. Sebald, um sich dem Lehrerberuf zu widmen.

Seine Lehrer waren Conrektor Rosenhauer und Jakobi, Rektor Munker und Kirchenrat Dr. Vogel. Dem letzteren gelang es, dem Schüler Wolf von Seite des Reichsschultheifsen Haller von Hallerstein ein zur Bildung junger Lehrer bestimmtes Stipendium zu verschaffen.

So war Wolf Gelegenheit geboten 1789 nach Meiningen zu seiner weiteren Ausbildung zu gehen und dort unter der Leitung des Seminar-Inspektors Walch seine Studien fortzusetzen.

Noch in demselben Jahre erhielt er von seinem Gönner die Erlaubnis zu einer pädagogischen Reise und besuchte die vorzüglichsten Schul- und Erziehungsanstalten und Seminarien zu Schnepfenthal, Gotha, Weimar, Jena, Halle, Dessau, Leipzig, Magdeburg und vor allem die bekannte treffliche Schule zu Rekahn, wo er am längsten verweilte. Er machte auf dieser Reise persönliche Bekanntschaft mit vielen ausgezeichneten Männern, so mit dem Domhérrn von Rochow in Rekahn und dem berühmten Pädagogen Salzmann in Schnepfenthal und verschaffte sich Kenntnis von den damals herrschenden, verschiedenen Unterrichtsmethoden. Darauf kehrte er wieder nach Meiningen zurück.

Grofsen Einflufs auf seine nachherigen Beschäftigungen hatte eine Unterredung mit Salzmann, der ihn unter anderem darauf hinwies, dafs der naturgeschichtliche Unterricht nur dann mit Erfolg gegeben werden könne, wenn die Naturkörper selbst vorgezeigt würden.

In Meiningen verlegte er sich nun mit besonderem Eifer auf das Studium der Naturgeschichte, so namentlich der Botanik, Entomologie, Ornithologie und Mineralogie und kehrte 1790 nach Nürnberg zurück.

Er wurde zunächst Hauslehrer im Haller- und Merkel'schen Hause.

Schon 1792 finden wir ihn als Lehrer an der Büchner'schen Lehr- und Erziehungs-Anstalt, wo er unter anderem auch den Unterricht in seiner Lieblingswissenschaft, der Naturgeschichte, zu erteilen hatte.

Zur Erweiterung seiner botanischen Kenntnisse machte er mit dem ihm befreundeten Dr. Panzer in Hersbruck Exkursionen; behufs des Studiums französischer Naturhistoriker erlernte er noch die französische Sprache und wurde bald thätiger Schriftsteller auf dem Gebiete der Naturgeschichte und Pädagogik. — So hatte Wolf die Beschreibung der in Meyers populärer Zoologie abgebildeten Tiere verfafst und bald erhielt er vom Verleger Frauenholz den Auftrag, auf gleiche Weise die Vögel Deutschlands zu bearbeiten. Mit allem Eifer widmete er sich nun dem Studium der Ornithologie, in welchem Zweige er nach dem Urteile sachkundiger Männer bald sich so heranbildete, dafs er nicht nur unter den Ornithologen Deutschlands, sondern auch des Auslands sich einen ehrenvollen Namen erwarb.

Leider ist aber jenes Prachtwerk, betitelt »Naturgeschichte der Vögel Deutschlands«, nicht vollendet und mit dem 29. Hefte durch den Tod des Verfassers unterbrochen worden; ein Werk, das sich nach dem Urteil kompetenter Männer neben jedes englische und französische Werk der Art stellen kann.

Weiters verdienten seine Beschreibungen der Säugetiere in der Fortsetzung zum Linné'schen System und der Amphibien in Sturms Fauna die Aufmerksamkeit und Beachtung, weil sie sich gröfstenteils auf eigene Beobachtung gründeten.

Nach 12jährigem segensreichem Wirken am Büchner'schen Institut wurde er an der neuerrichteten Knabenindustrieschule im Jahre 1803 als erster Lehrer angestellt. In dieser neuen Lehrstelle hatte er den Unterricht in der theoretischen und praktischen Technologie zu geben.

Durch seine Thätigkeit in Wort und Schrift wurde er bald, besonders im Auslande bekannt. Mehrere gelehrte Gesellschaften ernannten ihn zum ordentlichen, korrespondierenden oder Ehrenmitglied, so die Wetterau'sche Gesellschaft für die ges. Naturkunde zu Hanau 1808, die physiko-medizinische zu Erlangen 1809, die zur Beförderung der Naturwissenschaften zu Marburg 1817 und die Senckenberg'sche naturforschende Gesellschaft zu Frankfurt a/M. 1822. — Wegen seiner Verdienste um die Naturwissenschaften und wegen sciner gelehrten Schriften hatte ihm die Kaiserlich Leopoldinische Akademie der Naturforscher 1804 das Diplom eines Doktors der Philosophie zugesandt, sowie ihn der regierende Fürst von Isenburg 1805 zum fürstlichen Rat ernannte.

Als im Jahre 1808 bei der Organisation der höheren Lehranstalten unter bayerischer Regierung dahier das physiko-technische Realinstitut errichtet wurde, wurde Wolf als Professor der naturgeschichtlichen Studien bei demselben angestellt, jedoch schon im folgenden Jahre zu dem dahier gegründeten Schullehrerseminar als Inspektor versetzt, in welchem Wirkungskreise er bis an sein Ende des Guten unendlich viel gewirkt und viele junge Männer zu ihrem hohen und heiligen Berufe besserer Volksbildung mit den nötigen Kenntnissen ausgerüstet hat. 1811 wurde ihm noch die Distriktsschulinspektion der Lorenzer Stadtseite übertragen.

So wirkte er immer noch schriftstellerisch nebenbei thätig und war auch für unsere Gesellschaft nicht nur Gründer, sondern auch höchst eifriges und thätiges Mitglied.

Anfangs der 20er Jahre fing Wolf zu kränkeln an und erlag seinem Leiden am 12. Februar 1824; er hinterliefs eine Witwe und vier Kinder aus drei verschiedenen Ehen.

Der zweite im Bunde war

Dr. Joh. Karl Osterhausen.

Er wurde am 8. März 1765 als der älteste Sohn des Pfarrers Samuel Osterhausen zu Artelshofen im Pegnitzthal geboren. Dort und in Happurg, wohin der Vater 1772 versetzt wurde, genofs er bis zum zehnten Jahre den fröhlichsten Teil seiner Jugend.

Im Jahre 1774 wurde Pfarrer Osterhausen als Diakon an die Lorenzerkirche zu Nürnberg berufen und so war es ihm möglich, seine Kinder an die blühenden, in grofsem Ruf stehenden gelehrten Anstalten zu bringen

In der Stadt hatte der junge Osterhausen lange mit grofser Sehnsucht nach den Freuden der Natur zu kämpfen, doch fand er bald Gefallen am Studium der lateinischen, griechischen und hebräischen Sprache, wozu ihn sein strenger Vater anhielt.

Er besuchte die Spitalschule und hatte an dem Rektor Scheuber einen warmen Freund und geliebten Lehrer gefunden, dem er, wie er sich selbst ausdrückt, die erste Bildung und Richtung seines Geistes verdankte. — Er trat dann an die Schule zu St. Lorenzen über, wo Rektor Serz als vortrefflicher Lehrer wirkte. Diese Schule verliefs er 1783, um am 30. September die Universität Altdorf zu beziehen. Bald machte sich bei ihm der Ernst des Studiums, namentlich der Philosophie geltend, wie ein reichhaltiger Briefwechsel mit seinem Studiengenossen, dem nachmaligen Professor und Geheimrat Dr. Erhard, dessen Leben durch Varnhagen von Ense's Denkwürdigkeiten in weiteren Kreisen bekannt geworden, schon damals zeigte. Erhard war gleich grofs als Mediziner und Philosoph und war von seinen hervorragenden Zeitgenossen Kant, Wieland, Herder, Schiller, Goethe etc. hochgeachtet.

Das innige Verhältnis mit diesem entschieden philosophischen Charakter, der immer wieder neue Anregungen zu philosophischen Forschungen gab, mufste natürlich auch auf Osterhausen, der selbst das philosophische Studium mit grofser Vorliebe betrieb, bedeutenden Einfluſs äufsern. Er hörte seine philosophischen Kollegien hei Nagel, Will und Mayer; aufserdem beschäftigte er sich auch mit griechischer und hebräischer Sprache, sowie überhaupt Philologie immer noch sein Hauptgeschäft war. Doch verhehlte er schon damals seine Lust zum medizinischen Studium nicht, obwohl sein Vater ihn zum Theologen bestimmt hatte. In jüngeren Jahren hatte er zwar dazu Neigung, allein durch das Lesen exegetischer Schriften verlor er sie gänzlich; dazu trug auch noch ganz besonders die Barth'sche Übersetzung der Bibel bei. Er faſste deshalb den Entschluſs, Philologe zu werden, doch sollte bald ein Zufall seine Neigung zur Arzneiwissenschaft erwecken. Auf dem anatomischen Theater dahier in der jetzigen Armenbeschäftigungsanstalt wurden jährlich ein paar Leichname zergliedert zum Zwecke der für Barbiere gehaltenen Vorlesungen. Die Wifsbegierde, sich vom Bau des menschlichen Körpers nähere Kenntnis zu verschaffen, trieb Osterhausen mit seinem Freunde Erhard an, diese Vorträge zu besuchen. Von da an war sein einziger Wunsch, Medizin zu studieren, und obgleich als stud. theolog. inscribiert, konnte er sich nicht entschliefsen, die einschlägigen Kollegien zu besuchen und hörte das erste Jahr blos philosophische und philologische Fächer.

Im zweiten Jahre besuchte er die Vorlesungen über Naturgeschichte bei Vogel und versäumte nie die anatomischen Demonstrationen. So verliefen zwei Jahre, ohne dafs sich der Zustand änderte; da ging er nochmals mit seinem Vater zu Rate, der endlich nachgab, aber keine Aussicht vor sich sah, wie er bei zahlreicher Familie die nötigen Subsistenzmittel

verschaffen sollte, während das Studium der Theologie bei den reichen Stipendien für dieses Fach den Sohn ganz frei gemacht haben würde.

In dieser traurigen Lage wandte sich der junge Mann an Professor Vogel, der sich für ihn beim Vater verwendete; besonders aber legte sich der Vater seines Freundes Erhard bei Pfarrer Osterhausen auf's Bitten, und wufste es bei dem Stipendien-Exekutor so zu richten, dafs dieser dem nun Medizinstudierenden die theologischen Stipendien liefs. Jetzt stand ihm nichts mehr im Wege, seine neue Laufbahn mit Eifer zu verfolgen und bald hatte er das Glück, seine Lehrer Vogel, Hofmann, Wittwer und Ackermann zu Freunden zu bekommen. — Besonders fühlte er sich zu Hoffmann hingezogen, dem er überall hin folgte und auf seinen medizinischen Besuchen begleitete. In einem Briefe von 1785 schreibt er die schönen Worte: »Ich habe wohl mit Grund jetzt Ursache, mich für den glücklichsten der Sterblichen zu halten. Ich besitze die Liebe und das Vertrauen meiner Freunde, den Beifall und die Achtung meiner Lehrer.«

Schon 1788 erscheint von ihm eine Übersetzung der Diätetik des Galen in Wittwers Magazin der alten medizinischen Litteratur und Geschichte. — Im November dieses Jahres bezieht er mit Erhard die Universität Würzburg; im September 1789 ging er nach Berlin, wo es ihm aber nicht gefiel und April 1790 wieder nach Altdorf, um seine Dissertation zu schreiben und sich für das examen rigorosum vorzubereiten. — Am 1. Juni 1791 nach Absolvierung kehrt er nach Nürnberg zurück und bald schreibt er an Erhard: »Ich fühle, dafs mit den akademischen Jahren meine schönen Tage dahin sind und drückende Verhältnisse auf mich einstürmen, wiewohl ich von Glück zu sagen habe, denn seit ich hier bin, habe ich immer Patienten gehabt; dafür chikanieren mich auch meine Herrn Kollegen weidlich. Bis jetzt (August) bin ich noch nicht in ihre Zunft aufgenommen und Gott weifs, was geschieht und wie sauer sie mirs noch machen . . .«

Endlich — gegen Ende 1791 — ward er vom Collegium medicum, der aus sämtlichen praktischen Ärzten der Republik Nürnberg gebildeten und den Stand der Medizinalbehörde einnehmenden Fakultät, als prakt. Arzt und Physicus ordinarius zu Nürnberg bestätigt und aufgenommen.

Im Jahre 1795 verehelichte er sich mit der geschiedenen Frau des Hofrats Siebenkäs zu Altdorf, zweiten Tochter des Predigers und Professors Mörl dahier. Eine glückliche Ehe und der Umgang mit geistreichen Männern, wie Witschel, Greul, Brunner, Meier etc., liefsen ihn die unangenehmen kollegialen Verhältnisse vergessen. — Um diese Zustände recht zu geifseln und sich für angethane Beleidigungen zu satisfacieren, schrieb er im Jahre 1797 ein Pasquill unter dem Titel:

»Einige wohlgemeinte Vorschläge, wie ein medizinisches Kollegium auf die zweckmäfsigste und vollkommenste Weise einzurichten sei.«

Bald (1798) folgte ein anderes Elaborat, nämlich der erste Teil eines Buches »Über medizinische Aufklärung«, worin goldene Worte enthalten und Erfahrungen niedergelegt sind, die mit den heutigen überraschend harmonieren.

Im Manuskript des zweiten Teils, der aber nie im Druck erschien, bekundet er gesunden Sinn für Medizin und legt grofse Gelehrsamkeit an den Tag. Die Schrift wäre jedenfalls bahnbrechend gewesen.

Alles was Osterhausen that und schrieb, zeigte von aufserordentlicher Strebsamkeit. Keine wichtige Erscheinung, sowohl im Gebiet der Medizin, wie auch in den übrigen Wissenschaften blieb ihm fremd. Besonders begeisterte er sich für Pestalozzi und sein Erziehungssystem. — Im November 1797 hatte er die Freude, mit Goethe bekannt zu werden, der sich einige Tage hier aufhielt.

Eine grofse Blatternepidemie unter den Kindern im Jahre 1799 hatte zur Folge, dafs bald die Kuhpockenimpfung hier eingeführt wurde, für die er sich sehr interessierte.

Nachdem Nürnberg am 15. September 1806 von der Krone Bayern übernommen worden, wurde 1808 das medizinische Kollegium zur Freude unseres Osterhausen und zum grofsen Leidwesen der dominierenden Ärzte aufgehoben.

Im Jahre 1824 wurde er zum Lehrer der Anatomie an der Kunstschule ernannt.

Litterarische Thätigkeit war für Osterhausen Bedürfnis; er bewegte sich nicht nur auf dem Gebiete der Medizin, sondern auch der Naturgeschichte, Philosophie, Ästhetik und der Poesie oder in Rezensionen und Kritiken in der Jena'schen, Halle'schen und anderen Litteraturzeitungen. Eine Arbeit sanitätspolizeilichen Inhalts ist seine Apologie der sogenannten frühreifen Kartoffeln; von ihm rühren eine Übersetzung von Galens de sanitate tuenda, ferner kleinere Abhandlungen über das Verhalten in Krankheiten, über den Bau des menschlichen Körpers etc. her. 1819 gab er das Nürnberger Taschenbuch heraus, wozu er die historische Einleitung und den statistischen Teil schrieb.

Seine grofse litterarische Thätigkeit verschaffte ihm auch vielseitige Anerkennung von aufsen, indem er von verschiedenen gelehrten Gesellschaften mit dem Diplom eines korrespondierenden Mitglieds beehrt wurde.

Nachdem er leider im Jahre 1804 seine geliebte Frau verloren, verheiratete er sich wieder 1813 mit der Tochter des Kaufmanns Krieger.

Bis zum Jahre 1833 sich guter Gesundheit erfreuend, fing er von da zu kränkeln an und verstarb am 2. November 1839 an Altersschwäche.

Sein Biograph schliefst folgendermafsen:

»Mit ihm ging nicht allein ein grofser Arzt, ein viel umfassender Gelehrter, sondern auch ein liebevoller Menschenfreund aus dieser Welt.«

Der dritte Mitstifter war:

Dr. Jakob Sturm,

der Ikonograph der deutschen Flora und Fauna.

Er wurde zu Nürnberg am 21. März 1771 geboren. Sein Vater Joh. Gg. Sturm war Kupferstecher. Als einziger Sohn widmete er sich von

frühester Zeit an gleichfalls der Kupferstecherkunst und wurde vom Vater darin unterrichtet und herangebildet. Er erwarb sich bei angeborenem Talente zur Kunst sehr bald grofse Fertigkeit in Führung des Grabstichels, arbeitete jedoch anfangs blos im figürlichen Fach.

Früh schon zeigte der Knabe einen unbezwinglichen Trieb nach Erforschung der Naturgegenstände, da ihn aber der Vater zur Anfertigung der übertragenen Arbeiten anhielt, so gelang es ihm nur in den wenigen Erholungsstunden oder in später Nachtzeit seine Kenntnisse zu vermehren.

Endlich aber sollte er den Weg zur Erreichung seines Lieblingsstudiums finden; ein fast unscheinbarer Umstand ward entscheidend für sein ganzes ferneres Geschick. Sein Vater hatte den Auftrag, zu einem Werke von Pallas nach einer Zeichnung eine Insektenplatte anzufertigen, die aber dem damals schon kränkelnden Mann nicht so gelang, dafs sie dem mit der Aufsicht auf die Arbeit beauftragten geheimen Rat Schreber genügen konnte.

Da kam es, dafs Jakob Sturm, der Sohn, damals 16 Jahre alt, der die fragliche Platte selbst überbracht hatte, von Schreber den Auftrag erhielt, sich von dem zu jener Zeit in Nürnberg befindlichen, praktischen Arzt Dr. Panzer die betreffenden Insekten in natura zeigen zu lassen und darnach dann die Zeichnung und den Stich deutlich anzufertigen. Diese Arbeit fiel nun zur grofsen Freude Schrebers und Panzers höchst gelungen aus und Sturm erwarb sich dadurch zwei Gönner, die das in ihm vorwaltende Talent erkennend, mit ungemeinem Wohlwollen und mit der eifrigsten Zuvorkommenheit seine Studien noch weiter anregten und leiteten. Durch Schreber wurde er für die Botanik, durch Panzer für die Entomologie gewonnen; ersterer zog ihn zu sich, liefs ihn unter seiner Aufsicht längere Zeit hindurch Pflanzenzeichnungen ausführen und schlofs mit ihm, wie Panzer eine innige, bis zu deren Tod fortdauernde Freundschaft, wie eine Reihe noch vorhandener Briefe zeigt.

Sturm legte nun für sich selbst eine kleine Insektensammlung an und trat in engere, vieljährige Verbindung mit mehreren ausgezeichneten Naturforschern, z. B. Esper und Hoffmann in Erlangen, Hoppe in Regensburg, Funk in Gefrees und Reich in Berlin.

Im Jahre 1791 erschien seine erste Sammlung von Abbildungen unter dem Titel: »Insekten-Kabinet, nach der Natur gezeichnet und gestochen«, wovon 4 Hefte, jedes mit 25 illuminierten Kupfern erschienen sind. — Da den Abbildungen die Beschreibungen fehlten, so kam Panzer auf die Idee, aus denselben ein gröfseres Werk zu bilden und so entstand Panzers Faunae Insectorum Germaniae initia, wozu Sturm die Zeichnung und den Stich der Tafeln von Heft 1—110 fertigte.

In diese Zeit fällt der Tod seiner geliebten Eltern.

Schon im Jahre 1796 begann Sturm neben seinen künstlerischen Leistungen im Gebiet der Naturkunde, womit er ganz neue Bahnen gebrochen hatte, so dafs seine Abbildungen allenthalben nachgeahmt wurden,

seine schriftstellerische Laufbahn. Er liefs nämlich das erste Verzeichnis seiner Insektensammlung drucken und dieses Werkchen legte den Grund zu den ausgebreitetsten Bekanntschaften mit den berühmtesten Entomologen des In- und Auslandes. Schon 1800 erschien ein neues solches über die seitdem bedeutend vergröfserte Sammlung; das dritte erschien 1826 und als 1843 dieses Verzeichnis zum vierten male ediert wurde, war Sturms Sammlung zu einer solchen Bedeutung herangewachsen, dafs sie ohne Bedenken zu den gröfsten und vollständigsten Privatsammlungen Europas gezählt werden konnte.

Im Jahre 1796 begann Sturm sein klassisches Werk: »Deutschlands Flora in Abbildungen nach der Natur mit Beschreibungen«, wozu die ersten Botaniker Deutschlands, ein Schreber, Hoppe, Graf Sternberg, Reichenbach und namentlich Hofrat und Professor Koch in Erlangen Beiträge lieferten. Daran reiht sich bald der Beginn von »Deutschlands Fauna in Abbildungen nach der Natur mit Beschreibungen«. Diese beiden in der Gelehrtenwelt rühmlich bekannten Werke, bei deren Fertigung er in den späteren Jahren von seinen beiden Söhnen unterstützt wurde, erhalten den Namen ihres Gründers den kommenden Geschlechtern. — Aufserdem lieferte er noch zu anderen naturhistorischen Werken, wie zu Panzers Fauna, zu Sternbergs Flora der Vorwelt etc. die Kupfertafeln.

Die Wissenschaft erkannte die Verdienste Sturms an; es wurde eine Pflanzengattung aus der Familie der Orchideen die Sturmia oder das Zwiebelknabenkraut und viele Käfer nach ihm benannt. Ebenso nannte Hoppe ihm zu Ehren das zur Familie der Gramineen gehörige Zwerggras Sturmia minima, dasselbe, das Linné Agrostis minima hiefs. Eine grofse Reihe gelehrter Gesellschaften, 21 an der Zahl, rechnete es sich zum Stolze an, ihn Mitglied nennen zu dürfen.

Bei Gelegenheit der Feier des 50jährigen schriftstellerischen Wirkens im Jahre 1846 reorganisierte sich unsere Gesellschaft und von dieser Zeit an war Sturm Direktor derselben.

Die Universität in Breslau erteilte ihm bei dieser 50jährigen Jubelfeier die philosophische Doktor-Würde hon. causa, die Kaiserlich Leopoldinisch-Carolinische Akademie der Naturforscher übersandte ihm ein Jubiläums-Diplom und nahm ihn unter dem Namen »Panzer« in die Zahl ihrer Mitglieder auf. Auch von den hiesigen städtischen Behörden und von verschiedenen gelehrten Gesellschaften erhielt er bei dieser Gelegenheit Beglückwünschungsschreiben und Ehrendiplome.

Sturm verehelichte sich im Jahre 1794 mit der Tochter des Gerichtsschreibers Wagner von Wöhrd. Von sieben Kindern verstarben fünf. Die übrigen, zwei Söhne, nämlich Joh. Heinr. Christ. Friedr. Sturm und Joh. Wilh. Sturm, traten zu des Vaters Freude in seine Fufsstapfen, unterstützten ihn mit unwandelbarer Treue bei seinen Arbeiten und freuten sich des Ruhms, der ihm dafür zu teil wurde. Sie setzten auch nach des Vaters Tode eine Ehre darein, die Sammlungen, für die er unermüdet

gewirkt hatte, für die Zukunft zu bewahren und so war sein Wirken nicht umsonst; es war ein Wirken und Schaffen für künftige Zeiten. Die herrlichen Sammlungen Sturms sind jetzt eine Zierde des Münchener naturhistorischen Kabinets der Akademie der Wissenschaften.

Im Jahre 1847 erkrankte Sturm, der Vater, bedeutend, erholte sich zwar wieder allmählich, doch blieb eine gewisse Schwäche zurück. Ein abermaliges Erkranken zu Ende 1848 hatte ein Schwinden der Kräfte zufolge. Sturm entschlief am 28. Dezember 1848 in einem Alter von 77 Jahren und 8 Monaten.

Er erfreute sich zu Lebzeiten der Hochachtung und Verehrung der um Kunst und Wissenschaft verdienten Männer in der Nähe und Ferne und erwarb sich die ungeheuchelte Liebe und das herzlichste Wohlwollen aller derer, die ihm näher standen, durch sein mildes, sanftes und anspruchloses Wesen.

In seinem Familienleben war er ein wahrhaft glücklicher Vater.

* * *

Die erste Zusammenkunft fand am 22. Oktober 1801 im Hause Dr. Joh. Karl Osterhausens, als Gelehrter und als praktischer Arzt dahier hochgeachtet, statt und es wurde verabredet, sich alle 14 Tage am Samstag abends 8 Uhr abwechselnd in den Wohnungen der bis 30. Januar 1802 die Gesellschaft allein bildenden drei Mitglieder zur Unterhaltung über naturhistorische Themata und gegenseitigen Mitteilung gemachter Beobachtungen und Erfahrungen zusammenzufinden. Nachdem sich noch drei weitere Freunde der Sache, Künzel, Jockisch und Winterschmidt zugefunden hatten, entwarf man den Plan zu einer Organisation der Gesellschaft, welche nicht blos den Austausch der wissenschaftlichen Erfahrungen im Auge hatte, sondern auch darauf bedacht war, »besonders und vorzüglich die sämtlichen Naturprodukte unserer, d. h. der Gegend um Nürnberg aufzusuchen, zu sammeln, zu bestimmen, zu verzeichnen, um mit der Zeit ein vollständiges Verzeichnis derselben liefern zu können.«

Vom 27. März 1802 ab, wo eine »konstituierende Versammlung« über einen Statutenentwurf beriet, sind die Protokolle in den »Annalen der Gesellschaft« niedergelegt. Dieselben, drei Bände, welche in gewissenhafter und freimütiger Darstellung die Jugendjahre derselben uns vor Augen führen, spiegeln in Aussehen und Inhalt, Schrift und Ausdruckweise ihre Zeit wieder, es entströmt ihnen der etwas modrige, aber anheimelnde Duft altväterischer Einfachheit und Anspruchslosigkeit, freilich auch der Förmlichkeit und Umständlichkeit. Statutengemäfs sollte die Gesellschaft zunächst nur eine freundschaftliche Verbindung sein und bleiben, bis man es einstimmig für gut und rätlich finden würde, aus dem stillen Wirken hervorzutreten und sich den öffentlichen Gesellschaften anzuschliefsen. Mit einer allen Eventualitäten Rechnung tragenden Umsicht sind die Pflichten

der Mitglieder festgesetzt, durch deren Sammelthätigkeit insbesondere ein Naturalienkabinet zustande kommen sollte, das vor allem ein geschlossenes Bild der Produkte unseres vaterländischen Bodens vor Augen zu führen bestimmt war. Dem Vorsteher stand ein Kassier zur Seite, der die bei jeder Versammlung von jedem Mitglied zu erlegenden 12 Kreuzer einzusammeln und aufzuwahren hatte. Weislich sagt der § 28 der Statuten: »Da dergleichen Geschäfte mit Beschwerlichkeiten verbunden sind, so ist es billig, dafs sie nur eine Zeit lang von einem Mitglied besorgt werden; es soll daher alle halbe Jahre ein anderes Mitglied dazu bestellt werden.«

Versetzen wir uns in den traulichen Zirkel unserer abendlich versammelten Naturfreunde im ersten Jahrzehnt des Bestehens der Gesellschaft, so herrscht hier ein reges wissenschaftliches Leben. Was an Pflanzen, Insekten und anderweitigen Naturalien von den Teilnehmern auf Spaziergängen und Ausflügen gesammelt wurde, wird vorgelegt und bestimmt, einer gründlichen Untersuchung unterworfen und keine Zusammenkunft verläuft, ohne dafs eine gröfsere Anzahl von Pflanzen dem Herbarium einverleibt und die Insektensammlung um eine Reihe von Nummern vermehrt wird. Die erste Insektenlarve wird unter ausführlichster Beschreibung der Sammlung übergeben, Wolf bringt als erste Nummer aus dem Mineralreich ein Stück Granit, ein junges Auerhühnlein, welches derselbe zum Ausstopfen unter den Händen hat, ist das erste Exemplar aus der Vogelwelt, eine Samenkapsel von Hyoscyamus Scopoli das erste Stück zur Samensammlung. Weitere Ausflüge, »naturhistorische Reisen« in die Umgebung Nürnbergs bringen zum Teil willkommenes Material herbei, häufig wird aber auch geklagt, dafs die Gegend nicht vorzüglich interessant sei, weder an Pflanzen noch an Insekten. Jockisch, der viele Beziehungen zum Ausland gehabt zu haben scheint, worauf seine Ernennung zum korrespondierenden Mitglied der Gesellschaft der Wissenschaften und Künste zu Lille hindeutet, legt Insektentransporte aus Paris mit seltenen Käfern und Papillons, lebende arabische Schildkröten, einen Zweig von Phoenix dactylifera mit reifen Datteln, ein Wespennest aus Cuba, von der von Christ beschriebenen Vespa artifex surinamensis herrührend, ausgestopfte Vögel aus Frankreich und reichhaltige Goldstufen vor. Er wird beauftragt, aus Paris Samen verschiedener empfindlicher Pflanzen, wie Mimosa pudica, Dionaea muscipula u. a. zu verschreiben, da sich etliche Mitglieder damit abgeben, fremdländische Pflanzen aus Samen zu erziehen um sie nachher im blühenden Zustand vorführen zu können. Auch der botanische Garten in Altdorf liefert Material zur Besprechung, so die dort 1807 zur Blüte gelangte Agave americana, wie später ein blütenbesetzter Schaft derselben Pflanze aus dem Gilard'schen Garten in Allersberg mit interessanten Bemerkungen vorgelegt wird.

Nicht minder als Jockisch vermag Jakob Sturm infolge seines ausgedehnten naturwissenschaftlichen Tauschverkehrs Neues und Interessantes namentlich aus der Insektenwelt vorzulegen, während Wolf von ihm selbst

erlegte und ausgestopfte Vögel zur Sammlung liefert. Diese beiden litterarisch wie auch teilweise künstlerisch so thätigen Männer legen der Gesellschaft ihre Veröffentlichungen vor. Die von Sturm selbst gezeichneten und gestochenen Kupfer und vortrefflich gemalten Abbildungen von Pflanzen, Wolf's Handzeichnungen zu seinem neuen ornithologischen Taschenbuch fordern zu lebhaftem Beifall heraus. Was der Einzelne an neuen Erscheinungen der naturwissenschaftlichen Litteratur beschaffen kann, wird vorgelegt und eifrig besprochen, Ledermüllers mikroskopische Augen- und Gemütsergötzungen, wie Knorrs Vergnügen der Augen und des Gemütes, Voigts Magazin und das Museum des Wundervollen laden zu Mitteilungen ein, auch Lichtensteins, Sparmanns und andere Reisewerke werden nach einschlägigen Notizen durchforscht. Schaustellungen lebender Tiere werden eifrigst besucht und geben zu lehrreichen Diskussionen Veranlassung.

Eine besondere Abwechslung brachte der Besuch auswärtiger Gäste, wie des bekannten Naturforschers, des Kammerrats Bechstein. Er bestimmte zuerst einige Schnepfenarten aus dem Wolfschen Kabinet, nahm dann die Beschreibung von Falco leucopsis vor, den er noch nicht gesehen, auch sah er einige Abbildungen von Vögeln und Würmern, die ihm wohl gefielen. »Aufserdem« heifst es im Protokoll vom 18. Juni 1803, »unterhielt er sich mit uns noch über andere naturgeschichtliche Gegenstände auf eine muntere Weise und war weder stolz noch anmafsend, wie man leicht von einem Mann hätte erwarten können, der im In- und Auslande durch seine Schriften bekannt ist. Er gab uns seinen Beifall über unsere naturgeschichtlichen Zusammenkünfte zu erkennen und verliefs uns nach halb 8 Uhr freundschaftlich, und wie aus seinen Urteilen hervorzugehen scheint, in der Überzeugung, dafs man in Nürnberg auch Sinn für Naturgeschichte und geschickte Männer in derselben hat, die in der Darstellung natürlicher Gegenstände sich mit anderen Künstlern messen können« (Wolf). Seinen Namen trug er in das vorhandene Jahrbuch ein. Ein weiterer Verkehr mit dieser wissenschaftlichen Gröfse entspann sich dadurch nicht, wohl aber wurde ein solcher mit Hofrat Dr. Mayer in Offenbach angebahnt durch einen Besuch Künzels bei letztgenanntem Ornithologen. Das Protokoll berichtet darüber, »dafs er mit innigster Freundschaft von ihm aufgenommen worden sey und dafs er ihm mit der gröfsten Bereitwilligkeit seine grofse Sammlung ausgestopfter Vögel, welche an Vollständigkeit und schönem Aufstellen wenig ihresgleichen in Deutschland haben wird, gezeigt habe; aufser diesen besitze er noch eine schöne Sammlung lebendiger Vögel, worunter sich auch ein Adler befindet. Im Gespräche mit diesem liebenswürdigen Mann, welches gröfstenteils Ornithologie zum Gegenstand hatte, hatte Herr Künzel volle Gelegenheit, dessen ausgebreitete Kenntnisse in diesem Fache zu bewundern. Beim Abschiednehmen sagte er diesem noch, dafs er gleichen Eifer und gleiche Liebe für Botanik habe; der beschränkte Aufenthalt unseres Freundes gestattete es aber vor diefsmahl nicht, das herbarium vivum dieses achtungswürdigen Naturforschers, welches ihm dieser zu zeigen anbot, zu sehen.«

Lebhaften Verkehr pflegte die Gesellschaft mit Dr. Hoppe, dem Regensburger Arzt und Botaniker und Begründer der Regensburger botanischen Gesellschaft, dem wiederholt Serien von Pflanzen zu genauer Bestimmung zugesandt werden. Ganz besonders aber ist es Panzer in Hersbruck, welcher der Gesellschaft als Mitglied beitretend öfter in ihrem Kreise erscheint und von derselben als ihre »besondere Zierde« verehrt wird. Eine von ihm überschickte Saxifraga gibt Veranlassung zu einer aufserordentlichen Sitzung, da »deren Untersuchung in einer gewöhnlichen Gesellschaft zu viel Zeit weggenommen haben würde.«

Die Anschaffung eines ersten Buches wird salvo der Beystimmung des abwesenden Winterschmidt genehmigt, auch zeigt man den besten Willen, die kleinen Anfänge einer Sammlung, die ausschliefslich durch den Sammelfleifs der einzelnen Mitglieder zu stande gekommen war, durch bebescheidene Anschaffungen zu vergröfsern. Über Ordnung und Bestimmung der gesammelten Naturalien waren genaue Bestimmungen getroffen. Durch Sturm wurden jeweilig die gesammelten und geordneten Insekten nebst darübergefertigtem Katalog, durch Dr. Osterhausen das in Ordnnng gebrachte Gesellschaftsherbar, durch Wolf die von ihm ausgestopften Säugetiere und Vögel in Vorlage gebracht. Zur Aufbewahrung wird beschlossen, ein Repositorium herstellen zu lassen, wozu Dr. Osterhausen und Kreissyndikus Schwarz sich erbieten, die Bretter, ersterer aber das Aufbewahrungszimmer umsonst herzugeben; für die Vögel und Säugetiere sollen bestimmte auch an den Seiten mit Glaswand versehene Kästen, für die Insekten aber eine Kommode angeschafft werden, deren Kosten durch Erhöhung des bei jeder Sitzung zu leistenden Beitrags von 12 Kreuzer auf 18 Kreuzer gedeckt werden müssen.

Auch in ausschliefslich geschäftlichen Dingen sah man auf strengste Ordnung. Jeder Fehlende, von dem man es nicht gerne sah, wenn er sich nicht gründlich entschuldigen konnte, wurde im Protokoll gewissenhaft verzeichnet, ebenso unterliefs man es nicht zu bemerken, wenn ein Mitglied die Gesellschaft nötiger Geschäfte wegen früher als gewöhnlich verlassen mufste. Bezüglich der Aufnahme neuer Mitglieder wurde allgemeine Zustimmung für den Eintritt als unerläfsliche Bedingung gestellt. Wenn auch in der Regel die Aufnahme unanimiter erfolgt, so gab es doch auch Ausnahmen und einmal wird die Ballotage ausgesetzt, da man die Gesinnung des Vorgeschlagenen, der verreist war, noch nicht erforscht hatte. Das von Jockisch zum Geschenk gemachte Ballotagekästchen erregt hinsichtlich seiner Schönheit und zweckmäfsigen Einrichtung solche Bewunderung, dafs man über dasselbe noch ein weiteres Kästchen machen läfst.

Schon 1805 erwägt man die Frage, wie die Unterhaltungen wichtiger, belehrender und nützlicher werden könnten und sucht das durch Zuweisung bestimmter Wissensgebiete zur speziellen Bearbeitung an die einzelnen Mitglieder zu erreichen, auch beschliefst man eine kurze Nachricht von der Gesellschaft in einigen Zeitschriften zu geben und auf diese Weise

auswärtige Korrespondenten zu gewinnen. In der That hatte diese Veröffentlichung die Folge, dafs von verschiedenen Seiten Briefe einliefen, in welchen man der Gesellschaft nützlich zu sein verspricht. Die gesteigerte Korrespondenz gibt Veranlassung, eine Sekretärsstelle zu schaffen und über ein schickliches Emblem zu einem Gesellschaftssiegel zu deliberieren. In der Ernennung auswärtiger naturforschender Gelehrten zu korrespondierenden und Ehrenmitgliedern war man nicht zurückhaltend, während sich die Anzahl der ursprünglichen Mitglieder nur um wenige vermehrt hatte. Künzel war verstorben, nachdem er schon früher aus der Gesellschaft Geschäftsüberhäufung halber geschieden war, aber als Ehrenmitglied fortgeführt wurde und derselben stets noch sein Interesse zuwandte, desgleichen war Winterschmidt aus der Gesellschaft ausgetreten, zugegangen aber Mittagprediger Osterhausen, der Bruder des Mitgründers, später Diakonus in Hersbruck, Syndikus und späterer Hofrat Christian Schwarz, der sich besonders zur Zeit der Okkupation Nürnbergs durch die französischen und österreichischen Truppen, aber auch sonst durch die Fürsorge und Thätigkeit für seine Vaterstadt grofse Verdienste erwarb, im übrigen auch auf dem Gebiet der Entomologie mit Erfolg schriftstellerisch thätig war, der ebenso als Entomolog wie als Botaniker berühmte schon genannte Dr. Panzer, Kaufmann Eisen, der bekannte Gotthilf Heinrich Schubert, der 1809 bis 1816 Rektor der neugegründeten Realschule zu Nürnberg war, Prediger Herzogenrath, Gast, Lehrer an der Realschule, welche beiden letzten mit besonderem Interesse und Eifer der Gesellschaft nützten. Von Ehren- und korrespondierenden Mitgliedern seien hervorgehoben: Kassenamtspfleger v. Scheurl zu Hersbruck, ein grofser Ökonom, Pfarrer Witschel in Igensdorf bei Gräfenberg, Prinz Max v. Wied, einer der bedeutendsten deutschen wissenschaftlichen Reisenden, Dingler in Augsburg, der Herausgeber des »Polytechnischen Journals«, Professor Esper in Erlangen (1810 verstorben), der Ornithologe Temminck zu Amsterdam, Dr. Goldfufs in Erlangen, später Professor der Zoologie in Bonn, der Botaniker und Brasilienreisende Philipp v. Martius, damals an der Universität Erlangen studierend, u. a. m. Nicht wenige der Genannten gaben ihre Dankbarkeit für diese Ehrung durch Zusendung von Publikationen, Beiträgen zur Sammlung oder wenigstens zeitweilige Mitteilungen naturhistorischen Inhalts zu erkennen.

Es war namentlich Panzer, welcher dahin drängte, die Gesellschaft solle sich als eine öffentliche erklären, von ihrer Existenz der Obrigkeit Anzeige machen und um den Schutz der Gesetze bitten. Die Mitglieder verhalten sich aber dagegen ablehnend und es verdient der in dieser Beziehung gefafste Entscheid (1. März 1806) im Wortlaut mitgeteilt zu werden: »So gerne dieser Proposition auch beigetretten werden wollte, so wenig glaubte doch die Gesellschaft, den dermaligen Augenblick für den besten Zeitpunkt halten zu können, weil weder die Naturaliensammlung derselben in einem solchen Zustand sey, dafs sie öffentlich gezeigt werden könne, noch auch die Kafse einen gröfseren Aufwand gestatte, und da übrigens

nicht der Werth der Gesellschaft in dem öffentlichen Auftretten, sondern in ihrer inneren Einrichtung und in den zweckmäfsigen Arbeiten ihrer Mitglieder läge, so müfse man sich überzeugen, dafs jeder Auswärtige, wenn er auf seine Anfrage hierüber verständigt werden wird, der Gesellschaft in ihrer stillen prunklosen Gestalt ebenso gerne und vielleicht noch lieber beitretten werde, als wenn er eine Gesellschaft vermehren würde, deren Aufsenseite glänzender als ihr innerer Gehalt sey. Wer an dieser Einrichtung nicht teilnehmen wolle, der zeige ohnedies keinen Willen der Gesellschaft nüzen zu wollen, sondern es ergäbe sich von selbst, dafs es ihm blos darum zu thun sey, Mitglied einer Gesellschaft genannt zu werden.« Dagegen glaubt man, es werde für die Zukunft notwendig werden, mit den Arbeiten der Gesellschaft öffentlich hervorzutreten. Die Mitglieder werden aufgefordert, Aufsätze auszuarbeiten, um dieselben dann in Gemeinschaft dem Druck zu übergeben, insbesondere wird die Idee der Herausgabe einer Gesellschaftsschrift durch das Angebot einer botanischen Reiseschilderung in das Rhöngebirg mit reicher Ausbeute an Kryptogamen von Dr. Gottlob Wilhelm Voit in Schweinfurt wiedererweckt, aber die Unterhandlungen mit Gebhardt in Bamberg und Palm in Erlangen bezüglich der Übernahme der Herausgabe führen zu keinem Resultat.

Ich kann die Betrachtung des Gesellschaftslebens im ersten Dezennium ihres Bestehens nicht besser abschliefsen als mit Knapps Worten. Er sagt: »Es fehlte nicht an Anregungen und Aneiferungen, den Mut im Wirken für die naturhistorische Gesellschaft nicht sinken zu lassen, Wolf, Jockisch, Panzer, Schubert, Voit und andere förderten und spornten rastlos, konnten jedoch im Verhältnis zum Interesse und der Bedeutung ihres Strebens demselben, namentlich in Nürnberg selbst unter den berufenen Elementen keine Anerkennung, keine Teilnahme erwerben. Wo waren die Herren Doctores, Forstmänner, Jugendlehrer, Gelehrten, Patrizier, denen vor Allem daran gelegen sein mufste, einen Verein zu halten und zu stärken, der sich mit pietätvoller Sammlung der alten Erfahrungen und jugendfrischem Aneignen des Neueren auf dem weiten Gebiet der universellen wie lokalen Naturkunde selbstlos befafste? — Schien es doch, als hätte es in den mafsgebenden und berufenen Kreisen von je an Lust und Liebe hieran gefehlt und immer war es fast die Laienwelt, welche fest und treu zusammenhielt, wenn dem Verein Klippen und Stürme, ja gänzliches Scheitern drohten.«

* * *

Nur wenige aktive Mitglieder sind es, die sich dem bestehenden Zirkel im Laufe des nächsten Jahrzehnts anschliefsen: Condiakonus Mayer, Apotheker Diehl und Landarzt Mizler. Auch in der Ernennung von Ehrenmitgliedern war man sparsamer, ich nenne von bekannten Namen nur Nees v. Esenbeck, den älteren, späteren Präsidenten der Leopoldina-Carolina. Hie und da erscheinen willkommene Gäste in dem

häufig sehr kleinen Kreis, darunter ein Mr. Dejean aus Paris, durch Sturm als Hospes eingeführt. Hatten bisher die Versammlungen abwechselnd in den Wohnungen der einzelnen Mitglieder stattgefunden, so entschliefst man sich im Herbst 1813, für die künftigen Sitzungen wie für die Aufbewahrung der Naturalien ein Zimmer zu mieten. Als zweckentsprechendst wird ein solches im Schores'schen Haus erkannt, das um 20 Gulden jährlich gemietet wird. Osterhausen erbietet sich, sechs Sessel und einen Tisch herzulehnen, unentbehrliche kleine Möbel (2 Leuchter, 1 Tabakleuchter, 3 Lichtputzen und ein Spucknapf nebst 1 Pfund Lichter) werden angeschafft, Osterhausen schenkt einen porzellanenen Schreibzeug und verspricht eine Glocke. Einige Serviteurs zur Bequemlichkeit und besonders zum Wegstellen der Krüge und Gläser ermöglichen es, den Tisch für die Vorlage naturhistorischer Produkte rein und breit zu erhalten. Der Sekretär erhält beim Ämterwechsel zugleich die Würde eines Ökonomen. Auch ein versperrbarer Schrank für Mineralien, weifs angefärbt, mit Tapetenthüren, wird um 6 Gulden angeschafft, dessen Rückwand Jockisch in einer Sitzung mit Schreibpapier überzieht. Im Sommer versammelt man sich auch manchmal im Weizenbrauhauszwinger bei Schwarz, wo die freie Natur und verschiedene von dem freundlichen Gastgeber demonstrierte Topf- und Landpflanzen Stoff zu wissenschaftlicher Unterhaltung bieten. Im Februar 1817 vertauscht man das Schores'sche Zimmer mit einem solchen im Lederhändler Danner'schen Haus in der Dillinggasse. Da dieses im Mai 1819 gekündigt wird, offeriert Dr. Osterhausen der Gesellschaft ein Zimmer mit Kammer in seinem neuerkauften Haus in der Adlerstrafse, während bis zum Beziehen dieses Raumes an Laurenzi Schwarz seinen Zwinger zur Verfügung stellt. Das war die erste Wanderzeit der Gesellschaft, die ihr manche kleinliche Sorgen verursacht.

Unterdessen war auch 1815 unter Vorlage der Statuten eine Vorstellung an das Lokal-Kommissariat gerichtet worden, »mit feyerlicher Verwahrung, dafs die Gesellschaft auf irgend keine Weise in die Kategorie der verbotenen Verbindungen gehöre« und darauf dieselbe durch Reskript zu einer öffentlichen erhoben worden. Die Abende verlaufen in der gewohnten Weise. Wolf fährt fort, seine Jagdbeute in hiesiger Gegend, namentlich vom Dutzendteich, aber auch ausländische Vögel vorzulegen, ein anderesmal zeigt er ein Stückchen Platin als grofse Seltenheit und von der Künstlerhand Gablers gefertigte Abbildungen von Tieren, die lebend hier ausgestellt waren und die er beschreiben will. Derartige Schaustellungen finden sich sehr häufig verzeichnet; besonderes Interesse erregt eine vorzügliche Sammlung fremder seltener Tiere, welche ein Tierhändler aus den Niederlanden hier vorzeigte, und die von Dr. Pohl aus Brasilien mitgebrachten lebenden Tiere und Botokuden. Diakonus Mayer bringt alle möglichen Naturprodukte und Kuriositäten aus dem Forster'schen Kabinet, Schlangen und Echsen, ethnographische Gegenstände, eine auf 500 Gulden gewertete orientalische Perle, sowie eine sich durch zwei Köpfe und vier

Füfse sehr merkwürdig auszeichnende Schlangenart, deren Untersuchung das Falsifikat ergibt. Jockisch, der von finanziellem Unglück betroffen und in Untersuchung verwickelt dem Kreis der Gesellschaft einige Zeit ferne steht, wird nach bewiesener Unschuld freundlichst wieder aufgenommen und erscheint mit einer Kokosnufs als Geschenk für die Sammlung, auch von dem Berichterstatter herzlich gern wiedergesehen, dem dessen in altmodisch verschnörkelter Schrift niedergeschriebenen Protokolle besonders anheimeln. Diehls Mitgliedschaft war nur von sehr kurzer Dauer; nur einmal erklärt er die Zubereitung des Blausalzes oder blausauren Kalis, im November 1815 aufgenommen finden wir ihn meist als abwesend verzeichnet und im Protokoll der ersten Sitzung des Jahres 1817 die von einem warmen Nachruf begleitete Kunde seines Ablebens. Im botanischen Fach wird fleifsig gearbeitet, Jockisch stiftet wiederholt getrocknete Pflanzen, Gast solche aus dem Garten des Realinstituts; eine wissenschaftliche Diskussion über Bryophyllum calycinum, in welche auch Panzer eingreift, zieht sich mehrere Abende hindurch. Man beschliefst, Hoppes wiedererstandene botanische Zeitschrift zu halten. Einmal tritt an Stelle der Abendversammlung eine von Wolf inszenierte botanische Exkursion nach Grofsreuth h. d. V., an der aber nur noch Osterhausen und Schwarz teilnehmen. Es handelt sich um die botanische Untersuchung einiger hinter Grofsreuth gelegener Hügel. Nach gründlicher Augenscheinnahme wird die Rückreise vergnügt angetreten und zurückgelegt. Schwarz erzählt von einer Reise nach Eichstätt und rühmt den Garten des Herzogs von Leuchtenberg.

Während die Sammlung merkliche Vermehrung durch Ankäufe nicht erfährt, richtet man sein Augenmerk mehr auf Anschaffung wichtiger Werke. Aus Humboldts »Ansichten der Natur« und »Reisen in die Äquinoktialgegenden« werden wiederholt Mitteilungen gemacht: über die Verbreitung der Tiere nach der Höhe, über den Drachenbaum von Orotava, den Kanarienvogel und die merkwürdige Guacharohöhle; Okens Lehrbuch der Naturgeschichte wird vorgezeigt und die eigenartigen Ansichten des scharfsinnigen Verfassers erhalten allgemeinen Beifall, während man sich doch mit dessen neugeschaffener Nomenklatur nicht versöhnen kann. Mitteilungen über des Prinzen v. Wied Reise nach Brasilien, wie über Spix und Martius Reise ebendahin, sowie Nachrichten über die durch letztere Reisende nach München gelangten Naturalien werden mit Interesse entgegengenommen, ebenso aber auch die von Diakonus Mayer verlesenen Abschnitte aus Rosenmüllers »altes und neues Morgenland« über Manna, Wachteln und Schwefelregen. Besonders ausführliche Protokolle handeln von einem Raupenfrafs durch Noctua piniperda im Tennenloher Forstrevier, mit Vorschlägen zu deren Vernichtung, und der Entnadelung eines ganzen Lärchenanflugs durch die Raupe einer Blattwespe, welche von Sturm gezeichnet und gemalt wird und deren weiterer Entwicklung man mit »wahrer Begierde« entgegensieht. Schwarz, der Verfasser des »Neuen

Raupenkalenders«, legt eine Abhandlung über die Vertilgung der schädlichen Raupe von Phalaena brumata vor und der von Dr. v. Fabrice in Altdorf berichtete Tod eines Mannes durch Schlangenbifs gibt den Anstofs zu einer von Wolf verfafsten Abhandlung über die Kreuzotter mit beigegebenem Stich von Sturm.

Einer Aufforderung des Bezirkscomités des landwirtschaftlichen Vereins in Bayern, für die geplante landwirtschaftliche Ortsbeschreibung des Bezirks den naturhistorischen Teil anzufertigen, wird Folge gegeben und die Arbeit unter die Mitglieder verteilt. Der Wunsch, überhaupt öffentliche Beweise des Thuns und Wirkens der Welt vorzulegen zeitigt wiederholt den Plan der Ausarbeitung einer Gesellschaftsschrift, wozu Arbeiten zu liefern die meisten Mitglieder sich anheischig machen; auch die auswärtigen Mitglieder werden zur Teilnahme herangezogen. Auf letzteres Zirkular hin ladet Dr. Goldfufs die Gesellschaft ein, die Aufsätze, welche sie für ihre Denkschriften bestimmt hat, den Denkschriften der Leopoldinisch-Carolinischen Akademie der Naturforscher einzuverleiben. Darüber entspinnt sich lebhafte Deliberation und werden alle möglichen Bedenken erhoben gegen den Beitritt zu einem projektierten deutschen Gesellschaftsbund. Namentlich Schwarz macht darauf aufmerksam, dafs man es schwerlich auf sich nehmen könne, ohne spezielle Erlaubnis der Regierung der beabsichtigten Verbindung beizutreten, wenigstens könne er für seine Person als Staatsdiener in keinem Falle ohne diese Erlaubnis dazustimmen; auch auf eine weitere von Präsident Nees v. Esenbeck ausgehende schmeichelhafte Einladung im gleichen Sinn glaubt man nicht eingehen zu können. Wenn auch in diesem zweiten Jahrzehnt der Stamm der Gesellschaft treu zusammenhielt, so gibt sich doch ein gewisses Erlahmen und Nachlassen der Kräfte an der geringeren Beteiligung an den Versammlungen und dem oft mangelnden Stoff zu erkennen. Häufig ist die Zahl der Versammelten auf 5, ja 3 vermindert, trotzdem sich bei dem Eintritt Mayers sämtliche Mitglieder versprochen hatten, »ungeteiltes thätiges Mitwirken bei dem bisherigen ununterbrochenen freundschaftlichen Bund durch Handlungen an den Tag zu legen«. Der freudigen Hoffnung, der thätige Geist, welcher ehemals die Gesellschaft beseelte, möchte aufs neue in derselben walten, begleitet von den herzlichsten Segenswünschen für Gesundheit, Familienfreuden und dauernden Frieden gibt auch der Vorsitzende bei der Eröffnung der ersten Sitzung im Jahre 1815 Ausdruck. Die bittliche Aufforderung an die Abwesenden zu einem möglichen Arrangement ihrer Geschäfte zum Besten der Gesellschaft war auch nicht von wesentlichem Erfolg begleitet, denn wiederholt nimmt Schwarz in der ersten Sitzung des Jahres 1820 Bezug auf den fleifsigeren Besuch der Versammlungen und äufsert den Wunsch, dafs in die Beschäftigungen derselben wieder eine gröfsere Lebhaftigkeit kommen möge. Seinen Vorschlägen entsprechend werden neue Bestimmungen zur Gesellschaftsordnung getroffen, welche u. a. festsetzen, dafs jährlich am Stiftungstage bei einer solennen Versammlung von dem dirigierenden Mitglied,

welches das ganze Jahr hindurch alle Sitzungen leitete, in einem eigenen Vortrag die Übersicht der Arbeiten des verflossenen Jahres der Gesellschaft vorgelegt werden sollen. »Es wurden«, sagt Knapp a. a. O., »infolge dieses moralischen Sturmläutens eine Reihe höchst schätzenswerter Vorsätze gefafst, die auch zum Teil nachhielten. Aber es war keine geringe Aufgabe für unser kleines Häuflein inmitten allgemeiner Versumpfung, Quietät, Teilnahmslosigkeit wie auf einem verlorenen Posten, nur stark in sich selbst, auszuharren.«

* * *

Einen bedenklichen Schlag erlitt der Verein gleich in der ersten Hälfte des nächsten dritten Jahrzehnts, hatte er doch den Tod seines eigentlichen Begründers Wolf zu beklagen, von dem die wissenschaftliche Anregung in erster Linie ausgegangen war, und wenn einem das bei genauer Verfolgung der Berichte so recht zur Klarheit geworden ist, dann liest man mit Wehmut und Besorgnis die wenigen Worte unter dem Protokoll vom 11. Dezember 1823: »Dieses Protokoll ist das letzte, welches Wolf abfafste, der am 12. Februar 1824 starb, es war auch die letzte Gesellschaft, die er besuchte.« Schmerzlich wird der aus der Mitte abgerufene Freund vermifst. Seine Verdienste um die Naturhistorische Gesellschaft und die Anhänglichkeit an dieselbe bis in seine letzte Stunde wird mit dankbarer Rührung anerkannt.

Gast und Mayer schieden 1826 ohne ersichtlichen Grund aus dem wissenschaftlichen Kreis, in dem sie so thätig waren, dafür aber gewann dieser Ersatz in einigen neuen Mitgliedern, deren Eifer und treues Zusammenhalten in so kritischer Zeit dem Verein über eine drohende Krisis hinweghalf, vor allem in dem damaligen Kondiakonus Hilpert und Marktsvorsteher v. Forster, sowie dem 1828 beitretenden jugendlichen Michahelles, der um diese Zeit in München Medizin und Naturwissenschaften studierte. Der gütigen Mitteilung des Herrn Hauptmann Michahelles verdanke ich die Möglichkeit, hier einige biographische Notizen über diesen verdienstvollen, leider zu früh verstorbenen, darum auch wenig bekannten Naturforscher geben zu können. Dieselben sind entnommen einer Abschrift aus »Neuer Nekrolog der Deutschen« von Schmidt, 12. Jahrgang, 1834, II. Teil, Weimar 1836.

Karl Michahelles, Dr. med. et chir., kgl. griechischer Bataillonsarzt, ist geboren am 5. Mai 1807 als Sohn des Pfarrers Karl Friedrich Michahelles bei St. Johannis zu Nürnberg, an welcher Kirche letzterer, dessen Vater und Grofsvater nacheinander zusammen 115 Jahre im Amte gewirkt hatten. Gerne hätte es der Vater darum gesehen, wenn sein einziger Sohn nach Absolvierung des Gymnasiums zu Nürnberg ebenfalls für den geistlichen Stand zu bestimmen gewesen wäre; aber schon sehr früh zeigte sich bei ihm die Vorliebe für die Naturwissenschaften, in welchen er sich durch Selbstanschauung tüchtige Kenntnisse erwarb. Gleichwohl wählte er, als

er sich auf der Universität Erlangen entscheiden mufste, welchem Studium er sich für seinen künftigen Beruf widmen wollte, die Jurisprudenz. Bald erkannte er aber, dafs die Rechtswissenschaft für seinen lebhaften Geist zu trocken sei, auch fand er zu Erlangen zu wenig Zeit und Gelegenheit, seinem eigentlichen Lieblingsfach die gehörige Nahrung zu geben. So zog es ihn 1827 nach München, wo er sich die Bekanntschaft und das Wohlwollen des berühmten Oken erwarb, der ihm riet, sich dem Studium der Medizin zu widmen, dem er auch in den Jahren 1827—1829 mit regstem Eifer oblag. Im letzteren Jahre machte er Ausflüge nach Illyrien, Dalmatien und Kroatien und erhielt zu Erlangen die philosophische Doktorwürde, nachdem er vorher eine Abhandlung über die Natur einiger Amphibien eingereicht hatte, ebenso 1831 durch eine Dissertation »de malo di Scarlievo« die Würde eines Doktors der Medizin und Chirurgie. Mit rastlosem Eifer setzte er 1831 und 1832 seine medizinisch-naturhistorischen Studien fort. Eine Reise nach Triest und von da nach Venedig, Ragusa u. s. w. machte ihn auch mit einem obwohl nur kleinen Teil Italiens in naturhistorischer Hinsicht bekannt, doch fand er hier in dieser Beziehung weit weniger Ausbeute, als auf seinen Ausflügen in die obengenannten Länder, wo er sich einen Schatz von vielen ihm überaus werten Naturalien sammelte und dadurch besonders seine zoologischen Kenntnisse erweiterte. Da seine Hoffnung, als Doctor legens auf einer vaterländischen Universität auftreten zu können, nicht in Erfüllung zu gehen schien, entschlofs sich Michahelles, eine Stelle als Unterarzt bei einem nach Griechenland entsendeten Regiment anzunehmen. Ende April 1834 landete er mit diesem an der Maina und nahm, nunmehr zum Bataillonsarzt avanciert, an einem unglücklichen Gefecht mit den Mainoten persönlichen Anteil. Seine gute, kräftige Natur hatte ihm die Kriegsstrapazen überstehen helfen und er widmete sich mit eigener Aufopferung der Pflege der Verwundeten und Kranken, wurde aber selbst von Lazaretfieber und Ruhr befallen und starb nach Nauplia transportiert trotz der ärztlichen Hilfe seines innigsten Freundes, des griechischen Bataillonsarztes Dr. Lindermayer, am 15. August 1854 im Alter von 27 Jahren und einigen Monaten. Er hinterliefs eine sehr schätzbare Sammlung von Naturalien aller Art, sowie eine ziemlich bedeutende Sammlung kostbarer naturhistorischer Werke. »Seine Gebeine,« schrieb Lindermayer in seiner Trauerpost an die Eltern des Hingeschiedenen, »ruhen in dem Thale, das der Wanderer durchreitet, wenn er von Nauplia nach Epidaurus zieht, hinter einer mächtigen Felswand, in der sein einfacher Name eingegraben werden wird.«

Namentlich auf Veranlassung dieses vielfach mit italienischen Forschern in wissenschaftlichem Verkehr stehenden Michahelles, wie auch auf Anregung Schuberts, damals Professor der Naturgeschichte in Erlangen, hat sich die Liste der Ehrenmitglieder unserer Gesellschaft um klangvolle Namen vermehrt, Calvi in Genua, Paolo Savi in Pisa, Neumayer in Ragusa, Frhr. v. Feldegg in Spalato, Ornithologen von besonderem Ruf,

dazu treten Professor Ahrens in Augsburg, Professor Wagler in München, Leopold v. Fitzinger, Kustos am k. k. Naturalienkabinet in Wien, der alte Brehm, Pfarrer in Renthendorf und manche andere.

War es auch eine Seltenheit, dafs sich die Mitglieder in fast voller Zahl in den Sitzungen zusammenfanden, so schien man doch anfangs durch vermehrte Thätigkeit den Verlust Wolf's ersetzen zu wollen. Sturm hatte stets interessante, naturwissenschaftliche Neuigkeiten zur Hand, besonders ausländische Vögel und Insekten aus der Sammlung seines älteren Sohnes und zeigt die von seiner Meisterhand gefertigten Abbildungen von Amphibien und anderer Tiere, wie des Kasuars, der von Dr. Wagler aus Belgien lebend hierher gebracht nebst anderen Vögeln und Säugetieren für die Menagerie in Nymphenburg bestimmt war. Vor allem erregt allgemeine Bewunderung der Balg eines Schnabeltiers, über welches in den nächsten Versammlungen eifrigst nachgelesen wird. »Der Augenschein,« heifst es, »hob den früheren Zweifel, ob es nicht gar zu dem Vogelgeschlecht gehöre, gänzlich auf, indefs konnte man sich doch nicht verhehlen, dafs es scharf an der Grenze stehe.« Einer Einladung Sturms folgend besichtigt man die Vogelsammlung seines Sohnes und seine eigene Insektensammlung, wobei vorzüglich Termes fatalis angestaunt wird. Nicht minder bemühte sich v. Forster, die Sitzungen durch Darbietungen aus seinem reichen Kabinet zu beleben, er zeigt das Holz vom Muskatnufsbaum, damals eine wahre Seltenheit, weil auf die Ausführung desselben Todesstrafe gesetzt war, den Königsparadiesvogel und die efsbaren Nester der Salangane, chinesische Kunstwerke und geschnittene Steine, die von Sibylla Merians eigener Hand gemalten surinamschen Insekten, wie Prospekte von Nürnberg aus seiner Norikasammlung. Das Zick'sche Kunstohr wird von Dr. Osterhausen vorgelegt und erläutert, wie auch ein von dem hiesigen geschickten Drechslermeister Lazarus Minderlein dem Zickschen nachgebildetes, aber noch schöneres Kunstauge. Der als Gast anwesende Ahrens von Augsburg spendet für die Sammlung den rätselhaften Proteus oder Olm aus der Magdalenengrotte, vor allem aber gibt Michahelles Bericht über seine Reise in Dalmatien, von wo aus v. Forster durch denselben eine lebende Testudo graeca erhält. In einer durch seine Anwesenheit veranlafsten, aufserordentlichen Sitzung zeigt derselbe aus Leyden erhaltene Bälge verschiedener Säugetiere, seine Vögel, Conchylien und dalmatinischen Pflanzen. Eine von ihm ausgehende Anregung darf nicht unerwähnt bleiben. »Derselbe erklärte (1829), dafs, wenn ihm von Seite des Magistrats ein Lokal, aus einer Stube und einigen Kammern bestehend, unentgeltlich eingeräumt würde, er seine sämtlichen Naturalien für jetzt und für die Zukunft aufstellen, sie gerne zu gewissen Zeiten vorzeigen und einzelne Vorlesungen für Freunde der Naturwissenschaft halten und auf solche Weise seine Sammlung gemeinnützig machen, dafs er ferner damit zugleich den Anfang eines Kabinets für seine Vaterstadt begründen und dieser, es sei früher oder später, einen Teil seiner

Sammlung hinterlassen wolle.« Bei dem allgemeinen Einverständnis mit dem angeregten Plan erhält Hilpert den Auftrag, eine Vorstellung an den hiesigen Magistrat baldmöglichst zu fertigen. Ob dieselbe an ihre Adresse gelangte oder abschlägigen Bescheid erhielt, geht aus den Annalen nicht hervor.

Am 27. März feierte man, eigentlich etwas verfrüht, das fünfundzwanzigjährige Stiftungsfest durch eine Festsitzung mit daran sich anschliefsendem frugalem Mahl im gewöhnlichen Gesellschaftslokale. Anwesend waren sämtliche hiesige Mitglieder: Dr. med. Osterhausen, Naturforscher und Kupferstecher Sturm und Kaufmann Jockisch als Stifter und Mitstifter, ferner Marktsvorsteher v. Forster, Pfarrer Hilpert, Landarzt Mizler, Stadtpfarrer Osterhausen, Dr. med. Weber und Hofrat Schwarz, endlich das Ehrenmitglied Pfleger v. Scheurl zu Erlenstegen. Dr. Osterhausen munterte bei dieser Gelegenheit zur erhöhten Thätigkeit und zum ununterbrochenen Wirken für die Zwecke der Gesellschaft auf und der vereinte Vorsatz, nach Kräften und Verhältnissen beizutragen, eröffnete eine hoffnungsvolle Perspektive auf die Zukunft. Leider war sie trügerisch.

An einem Julitag des Jahres 1827 lud v. Forster, der damalige Kassier der Gesellschaft, diese in seinen durch die Hesperiden so bekannt gewordenen und in der Geschichte der botanischen Gärten Deutschlands berühmten ehemals Volkamer'schen Garten in Gostenhof und machte die Mitglieder auf die im Laufe der Zeit in demselben vorgenommenen Veränderungen aufmerksam, benützte aber diese Zusammenkunft zugleich dazu, klar und überzeugend nachzuweisen, wie Ausgaben und Einnahmen in keinem Verhältnis stünden und daher schleunigst die ersten zu beschränken oder für letztere neue Quellen aufzusuchen seien. Auf Grund dieser Darstellung wird beschlossen, die von Sturm auf 20 Gulden 6 Kreuzer gewerteten 23 ausgestopften Vögel zu verkaufen. Sie werden für unnütz erklärt, weil sich eine gröfsere Sammlung solcher zoologischen Gegenstände bei den Verhältnissen doch nicht bezwecken lasse und diese wenigen ohnehin nur nach und nach verderben würden. Auch die vorhandenen kostbaren Vogelwerke von Latham und Naumann war man nicht abgeneigt, zu veräufsern, da Wolf doch gestorben sei und sie nicht mehr benützt würden.

Aus dem Fehlen der Protokolle im letzten Vierteljahr 1830 scheint hervorzugehen, dafs zu geringe Beteiligung keine Sitzungen mehr zustande kommen liefs. Am 6. Januar 1831 finden wir v. Forster, Schwarz und Hilpert beisammen, die den Zustand der Gesellschaft ernst ins Auge fassen, denn seit längerer Zeit waren die Sitzungen von den auch heute nicht anwesenden Mitgliedern entweder selten oder unregelmäfsig besucht worden und oft war aufser den heute anwesenden kein Mitglied weiter zugegen. War von diesen dreien einer verhindert zu erscheinen, so mufste die Zusammenkunft ganz unterbleiben. Die Beiträge der wenigen Mitglieder

reichen kaum zur Deckung der ständigen Ausgaben hin. Man beschliefst vom Mai 1831 ab nur mehr vierteljährige Sitzungen zu halten, die Miete wird aufgelöst, v. Forster stellt eine Kammer zur Aufbewahrung des Inventars zur Verfügung mit dem Erbieten, dafs die Sitzungen bei ihm in Wohnung oder Garten abgehalten werden dürfen und die jährlichen Beiträge werden auf 3 Gulden herabgesetzt. Aus dem Jahre 1832 existiert nur ein einziges Protokoll; im Sommer war man zu verschiedenen malen im Garten v. Forsters versammelt, der die Wenigen noch einigermafsen zusammenhielt, desgleichen im Jahre 1833. In einer Sitzung vom 13. Februar 1834 stellt v. Forster den Antrag, dafs, da die Ausgaben unbedeutend seien und soviel Kassabestand vorhanden wäre, um damit eine Zeit lang ausreichen zu können, gar wohl die jährlichen Beiträge vor der Hand suspendiert werden dürften, welcher Vorschlag auch den übrigen Anwesenden gefiel. Das letzte vorhandene Protokoll vom 28. April 1836 verzeichnet als anwesend: Dr. Osterhausen, Sturm, v. Forster, Pfarrer Osterhausen und Hilpert, als abwesend: Pfarrer Loesch, welcher der Gesellschaft seit 1828 angehörte. Der darin niedergelegte Beschlufs entspricht der in einer handschriftlichen Notiz ausgesprochenen Meinungsäufserung v. Forster's: »Die Naturhistorische Gesellschaft wird nicht mehr diejenige wissenschaftliche Regsamkeit und Thätigkeit erhalten, welche sie in den früheren Jahren hatte, vielmehr scheint sie ihrer Auflösung näher zu kommen. Soll sie aber auch laut Beschlufs dem Namen nach fortbestehen, so ist doch dasjenige, was sie an Büchern besitzt, für die Gesellschaft nutzlos, nicht aber für dasjenige Mitglied, das einen Anteil als sein Eigentum erhält und darüber disponieren kann.« Man entschlofs sich zur Verteilung des geringen Barvermögens, die Auseinandersetzung über die Teilung des Erlöses für verkaufte Bücher und Sammlungsgegenstände und der nicht verkauften Bücher ging nicht ohne viel Schreiberei und Meinungsverschiedenheit vor sich. So war die Naturhistorische Gesellschaft scheinbar gestorben und begraben, aber es war eben doch nur ein Scheintod, aus dem sie nach einer Reihe von Jahren zu neuem und frischem Leben erwachen sollte.

* * *

Es war Hilpert, dem dieses Wiederaufleben zu danken ist. Am 2. November 1846 erläfst er folgendes Rundschreiben an die Freunde:

»Wachet auf vom Schlaf, ihr Todten! Das Jahr 1846, das Jubeljahr unseres hochverehrten Freundes Sturm soll, darf nicht verrinnen, ohne dafs die Naturhistorische Gesellschaft Nürnberg wieder von den Todten auferstanden wäre. Heute am Tage Allerseelen ergeht der Posaune Schall und ruft zusammen die Getreuen. Damit er aber nicht wirkungslos verklinge, proponiere ich, um die erste Sitzung abzuhalten, die vierte Nachmittagsstunde am Tage Theodor (9. Novbr.) und lade die Herren Adressaten ein, sich bei mir einfinden zu wollen, der ich die Ehre habe, mich als das

unbrauchbarste Mitglied im Bunde im Voraus zu bezeichnen.« Ein Jubeljahr war es für Sturm, insoferne er sein 50jähriges Jubiläum als Schriftsteller feiern konnte; vor 50 Jahren hatte er das erste Verzeichnis seiner Insektensammlung erscheinen lassen, aus dieser Veranlassung wahrscheinlich ernannte auch 1846 die philosophische Fakultät der Breslauer Universität Jakob Sturm zu ihrem Ehrendoktor.

In der ersten Sitzung vom 9. November 1846 im Lorenzer Pfarrhof, in dem von jetzt ab die Sitzungen am ersten Montag eines jeden Monats abgehalten werden sollen, drückt Hilpert seine Genugthuung aus, dafs seine Aufforderung, die Gesellschaft möge sich von ihrem Schlaf wieder erheben, beifällig begrüfst worden ist, und hofft, sie möge nun verjüngt und neugestärkt wirken. Das Präsidium übernimmt Dr. Jakob Sturm, der einzige am Leben gebliebene dritte Stifter, denn Dr. Osterhausen war bereits 1839 verstorben, Sekretär wird v. Forster. Von sechs dem Verein noch im selben Jahr beitretenden Mitgliedern nenne ich als bekannte Namen Apotheker Elsmann, Apotheker Dr. Weifs und Rektor Ohm, und als in den sorgfältig geführten Protokollen der nächstfolgenden Jahre weiter zugegangene eifrige Mitglieder und Besucher der Gesellschaft: Kaufmann Haecker, Dr. Schnitzlein aus Erlangen, Frhrn. v. Bibra, den Herzogl. Leuchtenberg'schen Bergmeister Kieser, Pfarrvikar Jaeckel in Ammerndorf und Apotheker Weyssel. Aus der ganz respektablen Zahl auswärtiger Ehren- und korrespondierenden Mitglieder, welche namentlich auf Johann Wilhelm Sturms und v. Bibras Anregung für den Verein gewonnen wurden, seien aufgeführt: die Botaniker Koch in Erlangen, Ludwig Reichenbach in Dresden, Alex. Braun in Berlin, Schleiden in Jena, Hugo v. Mohl in Tübingen und Goeppert in Breslau, die Ornithologen Naumann in Ziebigk bei Cöthen und John Gould in London, die berühmten Reisenden Herzog Paul Wilhelm von Württemberg und Poeppig, ferner Prof. Dr. Merklein zu Schaffhausen, Dr. Herrig-Schaeffer und Prof. Fürnrohr in Regensburg, Bürgermeister von Heyden in Frankfurt a. M., Stabsarzt Dr. Lindermayer in Athen und Prof. Andreas Wagner in München. Als Gäste erschienen im Kreise Pfarrer Rehlen von Kalchreuth, Kaufmann v. Schwarz, Dr. Birkmeyer u. a. Die Sitzungen der Gesellschaft wurden altem Herkommen gemäfs hauptsächlich durch Vorlagen der Mitglieder ausgefüllt. v. Forster bringt fortdauernd die verschiedensten Schätze aus seinem Kabinet, die beiden Söhne Jakob Sturms aber, Friedrich Sturm und Johann Wilhelm Sturm, die beide das Kunsthandwerk ihres Vaters ergriffen hatten, ebenso aber auch als Naturhistoriker grofse Bedeutung besafsen, die verschiedensten Seltenheiten aus ihren grofsen Sammlungen. Haecker demonstriert ein von einem Fürer aus dem gelobten Land mitgebrachtes astronomisches Instrument, das sich schon bei Murr beschrieben findet und gibt die Resultate seiner vielfachen Versuche mit kräftigen Magneten zum besten, während v. Bibra in einer besonderen Sitzung in seinem Laboratorium

in der Burgstrasse interessante chemische Experimente vor Augen führt und nach seiner Rückkehr von Südamerika den Mitgliedern die reiche Ausbeute seines Sammeleifers in sinniger Aufstellung zeigt, wobei schliefslich die eingeladenen Gäste mit Matéthee bewirtet wurden, dessen Geschmack verschiedenartige Beurteilung fand. Ende des Jahres 1848 traf die Naturhistorische Gesellschaft ein neuer herber Verlust, indem Jakob Sturm, der Vater, innigst betrauert von seinen Freunden, aus dem Leben schied. An seine Stelle trat Hilpert als Direktor, seit 1849 II. Bürgermeister der Stadt, während J. W. Sturm Sekretär wird und v. Forster aufs neue die Stelle des Kassiers übernimmt, bis Apotheker Elsmann 1850 für ihn eintritt. Mehr als früher werden jetzt in den Sitzungen ausführlichere Referate und Vorträge geboten, deren Manuskripte uns zum Teil noch erhalten sind, so sprach Sturm über die Fortpflanzung des Kuckucks, Reinsch über Guttapercha und vegetabilisches Elfenbein, Kieser in einem längeren Vortrag über die Frage der Gangbildung, Schnitzlein über die Pflanzenzelle. Einer Einladung der Gebrüder Sturm folgend bewundert man deren reiche Sammlungen, den Balg vom Argusfasan, eine Sammlung nordamerikanischer und neuholländischer Vogeleier und Nester, die kunstvoll aus Wachs nachgeformten Schnecken und unter dem Mikroskop die Pracht des Entimus imperialis. Bisweilen versammelt man sich auch in dem an seltenen Pflanzen so reichen Garten v. Forsters, wo in der Regel auch für materielle Stärkung bestens gesorgt war, oder auf dem Schlofszwinger, wo Haecker einmal seinen Frauenhofer'schen Tubus zur Mondbetrachtung aufstellt, die aber der mit Wolken bedeckte Himmel vereitelt. Sonst wurden jetzt die Sitzungen seit Hilperts Vorsitz in dessen Geschäftszimmer im Rathaus abgehalten.

Prinz Max v. Wied erfreut die Gesellschaft durch Schenkung eines sehr schönen Vogels vom Himalaya, des Tragopon satyrus, desgleichen verdankt sie Lindermayer in Athen eine höchst schätzbare Sendung von Vogelbälgen, über deren Verbleib wir nicht unterrichtet sind, leider sind sie jedenfalls im Laufe der Zeit zu Grunde gegangen. Für die Bibliothek schenkt v. Bibra seine noch heute anerkannten Arbeiten über die Knochen und Zähne des Menschen und der Wirbeltiere, über die Wirkung des Schwefeläthers und über Phosphornekrose, zahlreiche auswärtige Mitglieder senden ihre Veröffentlichungen und ebenso erhielt die Gesellschaft auch die Publikationen einer Reihe anderer wissenschaftlicher Societäten. Die öftere Aufforderung auswärtiger Gesellschaften zum Schriftenaustausch bringt endlich doch den so oft ventilierten Plan der Herausgabe einer Gesellschaftsschrift zur Reife und Ausführung und Ende 1851 ist das erste Heft der Abhandlungen im Druck vollendet. Es enthält zwei Arbeiten von Haecker über Magnete, Seewasseruntersuchungen von v. Bibra, Morphologisches und Systematisches über Kryptogamen von Schnitzlein, eine Abhandlung über die klimatischen Verhältnisse der Umgegend von Nürnberg von Kreisforstrat Winkler in Ansbach und endlich eine Arbeit über die

von J. W. Sturm bei Nürnberg aufgefundene Nymphaea semiaperta mit vortrefflicher Abbildung. Sturm erhält den Auftrag, eine passende Auswahl unter den Vereinen zu treffen, an welche die Schrift verschenkt werden soll. Damit war ein wichtiger Schritt vorwärts gethan, auch sonst fehlte es nicht an Plänen und Vorschlägen, die darauf hinzielten, dafs die Gesellschaft auch in anderer Weise über ihr Wirken Rechenschaft ablegen solle und wie man neue Mitglieder beizuziehen vermöchte. Bei dem am 22. Oktober 1851 durch ein Abendessen in der goldnen Krone gefeierten 50jährigen Jubiläum waren 13 Mitglieder und Dr. Birkmeyer als Gast anwesend. Hilpert und v. Forster hatten schon dem 25jährigen Jubiläum beigewohnt. Dabei widmet Pfarrer Osterhausen dem Andenken der drei Stifter ein Poëm, welches unter die Anwesenden verteilt wird. Man bedauert lebhaft, dafs die Gesellschaft kein eigenes Lokal besitzt und damit aufser Stand ist, ihre Bibliothek und andere Habe aufstellen zu können. Hilpert sprach sich dahin aus, »dafs es der Stadt zur Zeit an einem hierzu geeigneten Lokal, welches sie der Gesellschaft anbieten konnte, gefehlt habe, es dürfte sich jedoch für die Folge in dem von der Stadt angekauften sog. Almosen (Augustinerkloster) ein passendes Lokal ermitteln lassen und er verfolge mit allen Kräften den schon früher von ihm mitgeteilten Plan, der Stadt an dieser Stelle ein Museum für Künste und Wissenschaften zu erbauen, in dessen Räumen die der Stadt vermachte Hertel'sche Sammlung, die Stadtbibliothek u. s. w. Aufnahme und zweckmäfsige Aufstellung finden sollen, damit endlich die Stadt Nürnberg auch in dieser Beziehung den anderen gröfseren Städten Deutschlands nicht wie bisher so sehr nachstehe.«

* * *

Im Jahre 1852 zählte die Gesellschaft immer noch nur 24 ordentliche Mitglieder. Um der Gesellschaft gröfsere Teilnahme zu gewinnen, wird der Jahresbeitrag von 4 Gulden auf 2 Gulden herabgesetzt. 1855 stellten die städtischen Kollegien der Naturhistorischen Gesellschaft 2 Zimmer im Augustinerkloster zur Verfügung, wo am 6. August die erste Sitzung abgehalten wurde, aus diesem Grunde wurden die damals schwebenden Unterhandlungen mit dem ärztlichen Verein wegen Mitbenützung des sogenanten Medicinergartens abgebrochen. In den Wintermonaten versammelte man sich aber wieder im Gasthaus zur goldnen Krone. Leider sah sich Hilpert seiner vielen Amtsgeschäfte halber 1856 veranlafst, die Stelle als Direktor der Gesellschaft niederzulegen, einstimmig wurde dabei v. Bibra als solcher erwählt, dessen Persönlichkeit und wissenschaftliche Bedeutung zur Genüge in der diese Festschrift zierenden trefflichen Biographie Günthers geschildert sind.

Da eine vom Magistrat bewilligte Unterstützung nur dann geleistet werden soll, wenn die Gesellschaft das Geld zur Anlegung von Sammlungen, nicht aber zur Herausgabe ihrer Abhandlungen verwendet, beschliefst die

Gesellschaft, wenn möglich, eine Mineraliensammlung anzukaufen, einige von den Vogelbälgen ausstopfen zu lassen und Schränke zur Aufbewahrung der schon vorhandenen Gegenstände anzuschaffen und Dr. Koenig, Lehrer an der Handelsschule, wird unter Befreiung von Aufnahmsgebühr und jährlichem Beitrag mit der Beaufsichtigung und Ordnung der »zu gründenden« Sammlung betraut. So ist es wohl begreiflich, dafs, als der Magistrat im Januar 1858 die vorhandene Sammlung besichtigte, der Augenschein ergab, dafs dieselbe zur Zeit noch geringen wissenschaftlichen und sächlichen Wert besitze und den Beschlufs fafste, die der Gesellschaft bewilligten Beiträge bei der kgl. Bank verzinslich anzulegen bis die Sammlungen, welche dafür in das Eigentum der Stadt übergehen sollten, einen mit der bewilligten Summe im Einklang stehenden Wert erlangt haben würden. Daraufhin verzichtet man ganz auf die Unterstützung, gibt den Plan, Sammlungen anzulegen, auf und beschliefst, die ganze Kraft auf Fortsetzung der Abhandlungen zu konzentrieren. Es erscheint noch in diesem Jahre das zweite Heft des ersten Bandes der Abhandlungen, welcher dem Ehrenmitglied Dr. Lindermayer, Leibarzt Seiner Majestät des Königs von Griechenland, zugeeignet ist. Es enthält unter anderem »die botanische Untersuchung der Umgegend von Nürnberg in geschichtlicher Darstellung« von Hieronymus Hauck und eine Preisschrift über die Vertilgung der Feldmäuse von Pfarrer Jaeckel zu Neuhaus bei Höchstädt a. A. Ein 1852 im Korrespondenten erlassener Aufruf zum Beitritt erwarb dem Verein sechs neue Mitglieder. Bis zum Jahre 1858 erhöhte sich die Zahl der ordentlichen Mitglieder auf 54 und stieg im Jahre 1861 auf 113. Unter diesen Umständen nenne ich hier nur die Namen einiger in diesem Jahrzehnt zugegangenen Mitglieder, welche für die Sache des Vereins in besonderer Weise thätig waren: Bezirkstierarzt Schwarz, prakt. Arzt Dr. med. Carl Ludwig Christian Koch, beigetreten November 1853, also nun fast volle 50 Jahre Mitglied, das älteste noch lebende Mitglied der Gesellschaft, Chemiker und Fabrikbesitzer Karl Puscher, Lehrer Pfann, Oberlehrer Bauer, Hieronymus Hauck, Lehrer an der Handelsschule, Apotheker Sigmund Merkel, Oberstleutnant v. Gemming, Dr. Koenig, Lehrer an der Handelsschule, Dr. Stoelzel, damals Lehrer an der hiesigen Kreisgewerbschule, Dr. Kellermann, Inspektor der Kreislandwirtschaftsschule in Lichtenhof, Kunstgärtner Toelke, prakt. Arzt Dr. Baierlacher, Friedrich Knapp, Chemiker Neger und Studienlehrer Theodor Krafft. Von korrespondierenden und Ehrenmitgliedern nenne ich Apotheker Schmidt in Wunsiedel, Karl Emil Diezel, Revierförster zu Grafenrheinfeld, bekannt als tüchtiger Beobachter und Jagdschriftsteller, dem Jäckel im zweiten Band unserer Abhandlungen ein treffliches Denkmal gesetzt hat, den Ornithologen Dr. Franz Schlegel zu Altenburg, den Flechtenkenner Dr. Rehm, Arzt in Dietenhofen, Seine Königliche Hoheit Herzog Maximilian in Bayern, Dr. Küster in Bamberg, Dr. v. Heldreich, Professor und Direktor des naturhistorischen Museums zu Athen, Professor

Dr. v. Siebold in München, Caflisch in Augsburg, die Gebrüder Hermann und Robert v. Schlagintweit, die Professoren Dr. Justus Frhr. v. Liebig und Dr. v. Kobell in München, Dr. Koenig in Leipzig und Professor Dr. Bischoff in Bonn. Am 23. Februar 1857 verschied v. Forster, das älteste Mitglied, im seltenen Alter von 91 Jahren, der dem Verein seit einer langen Reihe von Jahren mit grofser Liebe und Anhänglichkeit angehörte. In der Vorstandschaft war an Elsmanns Stelle 1859 Apotheker Merkel getreten.

In der Ordnung der Vortragsabende wurden häufig Veränderungen vorgenommen, man liefs gröfsere Versammlungen mit Vorträgen abwechseln mit Abenden, an welchen sich die Mitglieder nur zu geselliger Unterhaltung und Vorzeigung von Naturalien zusammenfanden. 1861 erscheint der zweite Band der Abhandlungen. Er enthält v. Bibras Schilderung seiner Fahrt um das Cap Horn, geographische Schilderungen aus Centralindien von Robert v. Schlagintweit, wie aus der Habana von Knapp, Aphorismen über Volkssitte, Aberglauben und Volksmedizin in Franken von Jaeckel nebst weiteren Arbeiten von Dr. Wilhelm Merkel, Professor Schnitzlein, Kreisforstrat Winkler u. a.

Mit der Zahl der Mitglieder war in den fünfziger Jahren auch eine wachsende Teilnahme an dem Streben des Vereins wahrzunehmen und dieser erfreuliche Aufschwung gab sich insbesondere auch durch regere Beteiligung an den Sitzungen zu erkennen. Immer mehr wurden die Abende durch längere Vorträge aus den verschiedensten Gebieten der Naturwissenschaften ausgefüllt. Namentlich fehlte es nicht an solchen über zeitgemäfse Themata aus dem Gebiet der Chemie und Physik, wofür Dr. Koenig aus Leipzig, Karl Puscher, Professor Weifs und Stölzel, sowie Chemiker Stern Sorge trugen; botanische Gegenstände behandelten Schnitzlein, Reinsch und Hauck, Dr. Bayerlacher hielt einen sehr belehrenden, von Versuchen begleiteten Vortrag über tierische Elektrizität, Dr. Wilh. Merkel einen solchen über Organismus und Funktion der tierischen Zelle, Dr. Fuchs über das menschliche Gehörorgan und über die Sehweite des menschlichen Auges, Friedrich Knapp unterhielt die Mitglieder in einer Reihe von Vorträgen über Cuba, seine klimatischen Verhältnisse, seine Pflanzen- und Tierwelt. Zu Demonstrationen bieten v. Bibras und Gemmings reiche Sammlungen vor allem Material. Die Verlesung einer Abhandlung von Bolle über »Beginnende Domestikation des Kanarienvogelpapageis« gibt Veranlassung zu der Mitteilung, dafs bei dem Mitglied Rittmeister Oehninger, der damals eine für diese Zeit höchst seltene Sammlung lebender Papageien besafs, ein Pärchen dieser Wellensittiche gegenwärtig vier Junge ausgebrütet habe, eines der ersten Vorkommnisse dieser Art. Schwarz bringt fast in jeder Sitzung interessante Objekte aus seiner tierärztlichen Praxis, Frhr. v. Welser referiert über Lepidopteren (seine schöne Schmetterlingssammlung und einschlägige Bibliothek sind leider durch testamentarische Verfügung in den Besitz des

Melanchthongymnasiums übergegangen), während Pfarrer Jäckel, der eine Kolonie lebender Fledermäuse zur Beobachtung unterhält, interessante Mitteilungen über Naturgeschichte und Lebensweise derselben zu bieten vermag.

Die Zugänge zur Sammlung sind sehr spärlich, abgesehen von einer noch von Herrn v. Forster geschenkten Holzsammlung, den Originalen zu den »Icones lignorum« (1773 hier erschienen), einer von Apotheker Schmidt in Wunsiedel überschickten Suite von Mineralien des Fichtelgebirges und zahlreichen Flechtensendungen von Dr. Rehm. Reichhaltiger sind die Eingänge für die Bibliothek, indem fortdauernd noch Gegengaben für das erste Heft der Abhandlungen eingehen, so 1853 die ersten Veröffentlichungen des Smithsonian-Instituts zu Washington, bei welcher Gelegenheit Sturm über die Entstehung und Wirksamkeit dieses grofsartigen Instituts berichtet. Herzog Maximilian hat die Gewogenheit, ein Exemplar der von ihm verfafsten Schrift »Beschreibung des Ichthyosaurus trigonadon in der Lokalpetrefaktensammlung zu Banz« für die Bibliothek zu überlassen. Eigentümlich erscheint, dafs von den Werken der Stifter nicht eines in der Bibliothek vorhanden ist, weshalb die Anschaffung von »Sturm, Deutschlands Flora« beantragt wird.

* * *

1862 erfolgte eine Revision der schon 1846 erneuerten Statuten, welche namentlich eine Änderung in der Zusammensetzung der Vorstandschaft mit sich brachte durch Hinzufügung eines zweiten Sekretärs und eines Konservators, sowie Trennung der Geschäfte des Sekretärs und Bibliothekars, auch wurde statt der bisher dreijährigen die jährliche Wahl des Direktoriums beschlossen. v. Bibra hatte sich veranlafst gesehen, im selben Jahre sein Amt niederzulegen, ebenso Apotheker Merkel, worauf Dr. Baierlacher zum Direktor, Klinger zum Kassier gewählt wurde. Sturm als erstem Sekretär wird Dr. Wilh. Merkel als zweiter zur Seite gesetzt, Dr. v. Pechmann wird Bibliothekar, Prof. Krafft zum Konservator gewählt. 1864 wird Dr. Wilh. Merkel als erster, Dr. Wilh. Fuchs als zweiter Sekretär, Dr. Weger als Bibliothekar und Kaufmann Klauss als Konservator aufgeführt. Diese Zusammensetzung behielt das Direktorium der Gesellschaft bis zum Jahre 1869, in welchem Dr. Seelhorst, damals Lehrer an der Handelsschule, als Direktor, Dr. Neger als erster, Dr. Ebermayer als zweiter Sekretär, Oberlehrer Bauer als Konservator eintraten. Im Jahre 1862 war die Zahl der ordentlichen Mitglieder von 113 auf 150 gestiegen, 1868 betrug sie 208, während das Verzeichnis von 1872 172 Mitglieder aufzählt. Erwähnt mag noch werden die Ernennung folgender Ehrenmitglieder: Prof. Dr. Virchow 1868, Prof. Dr. Pettenkofer 1869 und Dr. Feuerbach, der bekannte Philosoph, 1870.

1862 taucht zum erstenmal der Gedanke auf, einige Sektionen zu bilden, dem man aber vorläufig noch nicht näher tritt; um die Anschaffung und das Halten wissenschaftlicher und populärer Zeitschriften zu ermöglichen,

will Bayerlacher die Herausgabe einer Vereinsschrift aufgegeben wissen; da aber eine solche zur Erhaltung des Tauschverkehrs unbedingt notwendig ist, wird diesem Antrag nicht beigepflichtet, man will nur den Umfang der Hefte beschränken. Nichtsdestoweniger erscheint doch im Jahre 1864 des III. Bandes 1., 1866 die 2. Hälfte, beide zusammen ein ganz stattlicher Band. Derselbe enthält neben verschiedenen im Verein gehaltenen Vorträgen u. a. Jäckels Arbeit über die Vögel Mittelfrankens und eine solche über die europäischen Arten der Arachnidengattung Cheiracanthium von Dr. Ludwig Koch. Fast alle Bände unserer Abhandlungen bis zur heutigen Festschrift legen Zeugnis von dem unermüdlichen Fleifs dieses Forschers ab. 1868 folgte der IV. Band von etwas bescheidenerem Umfange. Während die Gesellschaft mehr denn 50 Jahre lang fast ausschliefslich nur Fachmänner in sich vereinigte, ging die Thätigkeit nunmehr hauptsächlich darauf hinaus, durch naturwissenschaftliche Vorträge, welche in überwiegender Weise auf dem Gebiet populärer Darstellung sich bewegten, auch mehr und mehr Laien für den Verein zu gewinnen. Der V. Band der Abhandlungen enthält eine Zusammenstellung der von Oktober 1868 bis Mai 1872 im Verein gehaltenen Vorträge, Mitteilungen und Vorlagen, worunter besonders ein von dem korrespondierenden Mitglied, Herrn Lehrer Lotter, gehaltener Vortrag, »über das Zeidlerwesen im Mittelalter« hervorgehoben ist. Am 12. September 1869 beging die Gesellschaft im Anschlufs an den Gewerbeverein und ärztlichen Verein die Saecularfeier Alexander v. Humboldts, bei welcher Dr. Seelhorst die Festrede hielt. Letzterer wurde im selben Jahre von der Gesellschaft zur Naturforscherversammlung nach Innsbruck gesandt und berichtete dann in verschiedenen Sitzungen über das dort Gehörte.

Die in vielen anderen Vereinen als fruchtbringend bewährte Einrichtung eines Fragekastens verfehlte nicht durch Veranlassung von Diskussionen über naturwissenschaftliche Dinge eine vielseitig belebende Wirkung zu äufsern, ebenso anregend und belehrend gestalteten sich die in den Sommermonaten öfters unternommenen und von Fachmännern geleiteten Exkursionen. Gemeinsam mit dem hiesigen Gewerbeverein besafs die Gesellschaft ein Lesezimmer, worin die Bibliothek, die infolge Schriftentausches mit über 100 gelehrten Gesellschaften und Instituten damals etwa 1400 Bände zählte, und die Zeitschriften den Mitgliedern in bequemer Weise zugänglich waren. Protokolle aus der Zeit von 1863 bis zum Jahre 1870 sind uns nicht erhalten, wir müssen daher über diese Periode des Vereinslebens rasch hinweggehen. Das Kriegsjahr 1870 hinderte die Gesellschaftsmitglieder nicht, ihre allwöchentlichen Zusammenkünfte in der »Rose« am Webersplatz fortzusetzen, aber oft genug beschränkte sich die Unterhaltung auf die Jedermann in Spannung erhaltenden Kriegsereignisse.

Beklagenswert ist die Thatsache, dafs die Bemühungen des Vereins um Beschaffung einer naturhistorischen Sammlung fortdauernd resultatlos

blieben, teils wegen Unmöglichkeit der Beschaffung der nötigen pekuniären Mittel, teils wegen Mangel eines passenden Lokals. Nachdem Friedrich Sturm in fast vollendetem 57. Lebensjahr 1862 verstorben war, legte dessen Bruder im Gefühle der ihm nun allein aufliegenden grofsen Last und im Bestreben, seine Sammlungen seiner Vaterstadt zu erhalten, der Gesellschaft einen Erwerbungsplan vor, welcher dieser den Besitz dieser unvergleichlich schönen und wertvollen Sammlung zu sichern schien, allein es setzten sich der Ausführung unüberwindliche Hindernisse entgegen, eine Thatsache, die wir noch heute aufs tiefste bedauern.

* * *

Das Vorwort des 1872 erschienenen V. Bandes der Abhandlungen konstatiert mit Freude eine erhebliche Zunahme des Interesses und des Besuches der Gesellschaftsabende, ebenso eine bedeutende Vermehrung der Bibliothek, teils durch Anschaffung, teils durch Geschenke, insbesondere aber durch Austausch. Der Magistrat gestattet, dieselbe nunmehr in den Räumen der Stadtbibliothek aufzustellen. Von einer Sammlung im eigentlichen Sinn des Wortes war, wie oben schon erwähnt, damals noch keine Rede, obwohl immer wieder zugehende Geschenke zur Anlegung einer Naturaliensammlung anregten. Als gröfstes Hindernis trat eben die Platzfrage auf. Da kein passendes eigenes Lokal vorhanden war, hatte der Konservator das Wenige, was man überhaupt besafs, in einem Zimmer der Lorenzer Knabenschule untergebracht. Es verdient, erwähnt zu werden, woraus die vorhandene »Sammlung« bestand: 95 Stück Mineralien aus früherer Zeit, 50 Stück vom Konservator geschenkt, einige Petrefakten, Conchylien, Korallen, Skeletteile, Eier etc., 55 Stück Mikrolepidopteren, eine Sammlung von Moosen und Flechten, geschenkt von Gottlieb v. Koch und eine Suite Algen aus Venedig. Das war Alles!

Im Jahre 1876 finden wir an Stelle Dr. Ebermayer's Dr. Buttenwieser als II. Sekretär, als Bibliothekar Homann, als Kassier Martin Weigel. Da Dr. Neger, der die chemische Fabrik seines Vaters verwaltet hatte, noch im 38. Lebensjahr seiner Lieblingsneigung für das Lehrfach folgend, durch seinen Übertritt in den Staatsdienst zur Übersiedelung nach Würzburg veranlafst war, trat Buttenwieser an dessen Stelle als I. Sekretär, Dr. Rehm wird II. Sekretär. Aufser diesem überaus thätigen Mitglied der Gesellschaft, welches später in Neuburg a. D. und schliefslich als Lehrer an der städtischen Handelsschule in München thätig dort unerwartet rasch 1879 an Typhus verstorben war, verlor die Gesellschaft 1877 den hochbetagten, gleichfalls der Gesellschaft seit langer Zeit angehörenden unermüdlichen Oberlehrer Bauer, an dessen Stelle als Konservator Knapp eintritt. An Homann's Stelle trat Ballhorn als Bibliothekar, der, nachdem sich die Bibliothek noch in ungeordnetem Zustand auf der Stadtbibliothek befunden hatte, sich durch Durchführung

einer Katalogisierung derselben verdient machte und ihre Benützung ermöglichte.

Am 5. Juni 1878 starb der mehrjährige frühere Vorstand v. Bibra. Nach Dr. Rehm's Wegzug, den die Gesellschaft als einen der produktivsten Mitarbeiter nur mit grofsem Bedauern scheiden sah, wurde Schwarz zum II. Sekretär gewählt. Nachdem ferner 1879 Seelhorst eine Wiederwahl dankend abgelehnt hatte und Dr. Koch sen. die Vorstandschaft der Gesellschaft infolge von Arbeitsüberhäufung nicht anzunehmen in der Lage war, fiel die Wahl am 7. April 1880 auf Professor Spiefs. An Stelle des auf Schwarz folgenden, seit 1881 als II. Sekretär thätigen Dr. Elliesen trat mit Ende des Jahres Justin Wunder ein. Von Ehrenmitgliedern, welche in dem 8. Jahrzehnt unserer Gesellschaft beitraten, nenne ich S. Kgl. Hoh. Herzog Karl Theodor von Bayern und den kürzlich verstorbenen Oberlandesgerichtsrat a. D. Ferd. Arnold als gründlichsten Kryptogamen-, insbesondere Flechtenkenner; als korrespondierendes Mitglied wurde 1876 Professor Dr. Günther ernannt.

Die Anzahl der ordentlichen Mitglieder hatte sich in diesen Jahren bis auf 96 reduziert, um dann langsam aufs neue zu steigen, so dafs sie sich 1881 schon auf 119 belief. Trotzdem die Gesellschaft wieder ein Wanderleben von einem Lokal zum andern zu führen gezwungen war, konnte die in früheren Jahren stets erhobene Klage über Mangel an Frequenz in den Vereinsversammlungen nicht mehr geführt werden. Das reichhaltige Material an den Abenden erzeugte wachsendes Interesse. Seelhorst war 1876 von der deutschen Regierung zur Ausstellung nach Philadelphia gesandt worden und berichtet nach seiner Rückkehr an verschiedenen Vereinsabenden über seine touristischen und wissenschaftlichen Erfahrungen in Nordamerika und in einem späteren Vortrag werden die Herrlichkeiten von Yellowstone und Yosemity unter Vorführung prächtiger Bilder geschildert. Ebenso gibt Knapp Beschreibungen kubanischer Sitten und Gebräuche und Rehm ausführliche Berichte über die 51. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte. Aufserdem nenne ich von Vortragenden besonders noch Einstein, Dr. Elliesen, Dr. Hagen, Klincksieck, Lotter, Peters, Dr. Schubert, Thumbach und Wunder. Mechaniker Heller zeigt am 14. November 1877 das erste hier zu sehende Telephon vor und setzt 1881 ein solches zwischen dem Café Liebel und dem gegenüber befindlichen Gasthof zum Schwan in Thätigkeit. Dieser Vortrag wurde namentlich bei der Seltenheit von Mitteilungen aus dem Gebiete der angewandten Physik mit grofsem Beifall aufgenommen. Ganz besonders ausgiebige Thätigkeit entfaltete sich durch die von Schwarz und Rehm gegebene Anregung auf botanischem Gebiet, und die ausführlichen Protokolle jener Zeit enthalten reiches diesbezügliches Material. Durch Mitteilung im Buchhandel erscheinender naturwissenschaftlicher Novitäten seitens der v. Ebner'schen Buchhandlung, wie durch Einrichtung zweier Lesezirkel, eines wissenschaftlichen und eines populären, war den Mit-

gliedern Gelegenheit gegeben, sich mit allen neuen Erscheinungen und Fortschritten bekannt zu machen und das bisher bestehende Lesezimmer als überflüssig erachtet worden.

Schwarz schuf durch Schenkung getrockneter Pflanzen die Grundlage für ein Herbarium von Nürnberg und Umgegend, sowie für ein allgemeines Herbar, welche beide stetig durch denselben, durch Rehm, Voit, Rodler u. a. vergröfsert wurden. Arnold schenkt wertvolles Material an Flechten, und das Flechtenherbar wird von Herz geordnet und etikettiert, desgleichen dediziert Marsching ein sehr wertvolles Kryptogamenherbar von Apotheker Funk in Gefrees, 1801—1836 herausgegeben, und Bäumler eine ausländische Holzsammlung. Arnold hatte gewissermafsen als Gegengabe für die ihm zu Teil gewordene Ehrung eine Kiste mit südtiroler und südamerikanischen Mineralien übersandt, letztere von dem bekannten Bryologen Lorenz gesammelt, ebenso wurde eine wertvolle Steinsammlung von Apotheker Merkel nach dessen Tod durch seinen Sohn, Herrn Dr. Hans Merkel, dem Verein überwiesen. Rehm schenkt Pernis apivorus und Sterna nigra als erste Exemplare für eine ornithologische Sammlung, Sebald einen ausgestopften Fuchs, dem sich bald noch andere ausgestopfte Säugetiere und Vögel anreihen. Ende 1880 wandern Sammlung und Bibliothek in die Wohnung von Schwarz auf dem Maxplatz.

Mancherlei Exkursionen wurden geplant und ausgeführt, zum Teil, wie eine Pegnitzthalfahrt, durch Knapp poetisch verherrlicht. Eine von Mehlis, der als Gast anwesend war, angeregte Ausgrabung verlief resultatlos, gab aber schon damals Veranlassung, an die Gründung einer anthropologischen Sektion zu denken.

Die unabweisbare Pflicht, wieder mit einem Band Abhandlungen an die Öffentlichkeit zu treten und dafür Mittel zu schaffen, nötigte infolge der stereotypen Ebbe in der Vereinskasse zu Einschränkungen und zwar zur Streichung einer Anzahl bisher gehaltener vortrefflicher Zeitschriften, deren Fortsetzung wir in der Bibliothek ungern vermissen. Die trotzdem erwachsenen Überkosten wurden durch namhafte Beiträge opferwilliger Mitglieder gedeckt. Den 1877 erscheinenden VI. Band der Abhandlungen eröffnet eine Arbeit mathematisch-historischen Inhalts von Günther, daran schliefsen sich die anmutigen Tagebuchblätter Knapp's und vor allem Kochs Verzeichnis der bei Nürnberg bis dahin beobachteten Arachniden. Der VII. Band erschien als Festschrift zur Feier des 80 jährigen Jubiläums. Er enthält die oben zitierten Mitteilungen aus der Geschichte der Naturhistorischen Gesellschaft von Friedr. Knapp, und Nachträge zu Sturm und Schnizlein's Flora von Nürnberg und Erlangen von August Schwarz u. a. m.

Nach aufsen hin entfaltete der Verein eine gewisse Thätigkeit, indem er die Anregung zur Etiquettierung der in den städtischen Anlagen vorhandenen Gewächse gab und einen vom kgl. preufsischen Ministerium für Landwirtschaft eingelaufenen statistischen Fragebogen, die Zusammen-

stellung der in hiesiger Gegend mit Erfolg angebauten ausländischen Bäume und Sträucher betreffend, durch eine dazu ernannte Kommission in erschöpfender Weise bearbeiten liefs. In der am 28. September 1881 stattgefundenen Generalversammlung lag als wichtigster Punkt die Eingabe von 12 Mitgliedern zur Beratung vor, welche die Erwerbung eines eigenen Anwesens zum Gegenstand hatte.

* * *

Anschliefsend an Knapp hat Spiefs in seiner Festrede am 90jährigen Stiftungsfest das neunte Dezennium geschildert, in welchem die Entwicklung der Naturhistorischen Gesellschaft eine in hohem Grad erfreuliche war. Zu diesem Emporstreben verhalf ihr nicht zum mindesten ihr unermüdlicher Vorstand, Professor Spiefs, der am 90jährigen Stiftungsfest auf eine 10jährige höchst ersprieſsliche Thätigkeit als solcher zurückblicken konnte, aber wir dürfen nicht vergessen, die schuldige Dankespflicht zu üben auch dem Manne gegenüber, dessen aufsergewöhnlicher Energie die Gesellschaft die Verwirklichung des ihr so lange vorschwebenden Ideals eines eigenen Heims zu danken hat. Es war Theodor Krafft, der sich als Schöpfer der Idee, durch zielbewufstes Vorgehen in Herbeischaffung der notwendigen Mittel und endliche Durchführung seines Gedankens unter Beseitigung der mannigfachsten Schwierigkeiten das gröfste Verdienst erworben hat. Nun erst gelangte das bisherige Wanderleben zum Abschlufs, das so wenig geeignet war, zu einem festen Zusammenhalten der Gesellschaft beizutragen, nun erst konnten Bücher und Naturalien geordnete und übersichtliche Aufstellung finden, ein »Naturhistorisches Museum«, freilich nach heutigen Begriffen und Ansprüchen noch bescheidenster Art, begründet werden.

Die Anzahl der Mitglieder ist im Lauf dieser zehn Jahre von 119 auf 407 gestiegen; manches treue Mitglied schied freilich auch wieder aus der Reihe, Herr Dr. Buttenwieser, langjähriger erster Sekretär, Dr. Weber in Streitberg, Chemiker Klincksieck, Apotheker Hefs, priv. Apotheker Weyssel, Reallehrer Thumbach, der langjährige Direktor des Vereins Dr. Baierlacher und Professor a. D. Dr. Hammon, ein besonders eifriges und gelehrtes Mitglied, dessen wissenschaftliche Schlagfertigkeit oft bewundert wurde und der sich um Ordnung und Konservierung der vorhandenen Insekten besonderes Verdienst erworben hat.

Unsteter als je war die Unterkunft der Gesellschaft noch in den ersten Jahren des Dezenniums, bis man endlich in dem gemieteten Saal des Vereins Merkur einigermafsen zur Ruhe kam. Unterdessen hatte man den obenerwähnten Antrag betr. die Begründung eines Naturhistorischen Museums und Erwerbung eines eigenen Hauses nicht fallen lassen. Kaum schien es möglich, die Mittel herbeizuschaffen, um dem Gedanken auch nur näher treten zu können, aber es gelang. Ein provisorischer Bauausschufs, bestehend aus sechs Mitgliedern, wich nach erfolgter Statutenänderung zum Zweck der Organisation der Gesellschaft als anerkannter Verein einem

definitiven unter dem Vorsitz Krafft's. Dieser wandte sich in einer von letzterem verfafsten »Denkschrift« an die Einwohnerschaft Nürnbergs unter Appell an deren bekannte Opferwilligkeit. Durch Schenkungen und Zeichnung unverzinslicher Schuldscheine wurde es ermöglicht, dafs 1884 am 1. Mai das Lindner'sche Anwesen in der Schildgasse um den Preis von 68300 Mark bei einer Abzahlung von 14200 Mark in den Besitz der Gesellschaft überging. Umbau und Adaptierungskosten betrugen etwas über 20000 Mark. Die Zinsen des auf dem Haus stehenden Hypothekkapitals müssen durch Vermietung eines Teiles der Hausräume beschafft werden. Am 2. Juli 1884 fand die erste Mittwochssitzung im Vereinsgärtchen statt, am 8. Oktober die erste Sitzung im vorderen Gesellschaftssaal des Hauses »Zur Blume«, wie man es taufte, wobei es an sogenannten »Hausschenken« zur Ausstattung dieses Raumes nicht fehlte, ebenso wie bei der festlichen Versammlung am 14. Dezember, in welcher die feierliche Übergabe des Hauses stattfand.

In erfreulichster Weise mehrte sich nun der Grundstock der Sammlungen durch Schenkungen und Ankäufe, worunter ganz besonders die Erwerbung der Sammlung des verstorbenen Dr. Weber in Streitberg hervorzuheben ist, um deren Ordnung sich Bezirksarzt Dr. Hagen in besonderer Weise verdient gemacht hat. Den wertvollsten Teil dieses Ankaufes bildeten wohl die beiden riesigen Höhlenbärenskelete aus der Rabensteiner Höhle und ein prachtvoller Nilpferdschädel, aufserdem bestand die Sammlung aus zahlreichen anderen Schädeln, wertvollen Petrefakten, Mineralien, Conchylien und Korallen. Ebenso wurde die von Hammon hinterlassene Mikrolepidopterensammlung käuflich erworben. Zu kleineren Anschaffungen gab die von Krafft gestiftete Sammelbüchse, der Archäopteryx, welcher im Interesse der Sache kalauernde Mitglieder besteuert, aber auch freiwillige Gaben willig in Empfang nimmt, seinen Inhalt her. Von Geschenken verdienen besondere Erwähnung ein Zuwachs von 789 Nummern zur zoologischen Sammlung, von den Relikten Jäckels gestiftet, darunter ein schönes Exemplar einer Wildkatze, ein stattlicher brauner Bär aus Finnland, geschenkt von Herrn Konsul Lang, ein historisch interessantes Exemplar eines Armadills, etwa 150 Jahre alt, aus der v. Praun'schen Sammlung stammend und in einem damals erschienenen Werk abgebildet, gespendet von Herrn Konsul Knapp, ein prächtiges menschliches Skelet von Herrn Kommerzienrat Humbser in Fürth, zahlreiche Schenkungen des Herrn Braumeisters Westermeier und von Herrn Ammon übergebene exotische Schmetterlinge. Die botanische Sammlung erfuhr willkommene Bereicherung durch das prachtvolle Merklein'sche Herbar, das von General Walther von Waltherstoetten der Gesellschaft letztwillig vermachte und das von Apotheker Landauer gestiftete Kreis'sche Herbar, den Sturm'schen Herbarnachlafs und verschiedene andere Zuwendungen. Die Merklein'sche Sammlung vermehrte die Zahl der Mineralien um 1958 Nummern, während die ethnographische Sammlung hauptsächlich durch Schenkungen von Apotheker Krapfenbauer in Manila, Herrn Kurt

Weber und Gouverneur Zimmerer in Kamerun Bereicherung erfuhr. Nach Schluſs der bayerischen Landesausstellung 1882 erhielt die Naturhistorische Gesellschaft von verschiedenen Firmen auf an sie ergangene Bitte Kollektionen von Rohprodukten in dankenswerter Weise als Geschenk.

Besondere Verdienste erwarben sich Spieſs um die Ordnung der Mineraliensammlung, Hammon der Käfer und Schmetterlinge, Knapp der Konchylien, letzterer auch durch Anlegung von Bildermappen naturhistorischen, ethnographischen und geographischen Inhalts und einer Kartensammlung, Herr Stöhr, jetzt Sekretär am polytechnischen Zentralverein in Würzburg durch gefällige Zusammenstellung und Befestigung prähistorischer Fundgegenstände, ferner mehrere Herren durch Rekonstruktion von Gefäſsen aus gefundenen Scherben.

Freiwillige Gaben von Mitgliedern ermöglichten die Anschaffung eines Skioptikons, auſserdem wurde die Gesellschaft durch die wohlgetroffenen Bildnisse Dr. Jakob Sturms und seiner beiden Söhne, Kreidezeichnungen in Lebensgröſse, von Fräulein Marie Sturm in München künstlerisch ausgeführt, in hohem Grad erfreut und zu Dank verpflichtet. Für das 90jährige Jubiläum wurden, was nicht zu vergessen, 500 Mark an Beiträgen gespendet.

Am 12. September 1882 erfolgte die Gründung einer anthropologischen Sektion, welche durch ihre praktische Thätigkeit, Eröffnung von Grabhügeln an verschiedenen Orten der Umgebung, die Sammlung mit interessanten Funden bereicherte und an dem hier stattfindenden XVIII. Kongreſs der deutschen Anthropologischen Gesellschaft nicht blos teilnahm, sondern zum Zustandekommen und gutem Gelingen desselben wesentlich beigetragen hat. 1883 folgte der anthropologischen eine botanische Sektion, deren Vorstand Stabsveterinär Schwarz bereits zum 90jährigen Jubiläum eine Neubearbeitung der Schnizlein'schen Flora als Festgabe überreichen konnte, während Apotheker Schultheiſs es übernahm, die von Professor Hofmann in Gieſsen angeregten jährlichen phänologischen Beobachtungen in hiesiger Gegend vorzunehmen und sich dieser Aufgabe bis zum heutigen Tag mit bekannter Gewissenhaftigkeit und Gründlichkeit unterzieht. Die dritte Sektion, welche 1887 begründet wurde, war eine geographische, die vierte 1889 eine mineralogisch-geologische, welche 1890 in der durch Professor Dr. Kämmerer begründeten chemischen Sektion aufging. Dazu trat endlich im selben Jahr, durch Robert Koch's Entdeckungen angeregt, eine Sektion für Bakteriologie und Histologie, deren Gründung der Gesellschaft eine groſse Anzahl hiesiger und auch auswärtiger Ärzte zuführte, die bisher dem Verein sich nicht angeschlossen hatten. Leider erfreute sich letztere trotz ihrer bedeutenden Teilnehmerzahl keines langen Lebens. Es erschienen im 9. Jahrzehnt zwei Bände Abhandlungen, der VIII. Band mit Hagen's Festvortrag: Die geologischen Verhältnisse im Arbeitsgebiet der Naturhistorischen Gesellschaft Nürnberg und der interessanten Arbeit von Spieſs über »Naturhistorische Bestrebungen Nürnbergs im 17. und 18. Jahrhundert, dann der

IX. Band als Jubiläumsschrift zur Feier des 90jährigen Bestehens, der als wertvolle Beilage den Anfang oder allgemeinen Teil zu Schwarz, Flora der Umgegend von Nürnberg-Erlangen enthält.

Seit 1886 erhält die Gesellschaft von den hiesigen städtischen Kollegien einen Zuschufs von 100 beziehungsweise seit 1888 200 Mk. jährlich, ebenso von seiten des hohen Landrats von Mittelfranken einen jährlichen Beitrag von 300 Mk., welche wohlwollende Unterstützung uns zu lebhaftem Dank verpflichtet.

Innerhalb der Vorstandschaft fanden 1881—1891 folgende Veränderungen statt: Die Stelle eines I. Sekretärs bekleidete Bezirksarzt Dr. Hagen, dann Dr. Baumüller, die eines II. Sekretärs nacheinander Bezirkstierarzt, jetziger Schlachthofdirektor Rogner, Konsul Knapp, Dr. Burkhardt, Dr. Seiler und Dr. Schrenk, dazu trat als III. Sekretär 1890 Dr. Dieudonné, 1891 Dr. Rupprecht. Die Bibliothek verwaltete Ballhorn, dann Sebald, als Konservator der Sammlungen fungierte anfangs noch Knapp, dann Schwarz, als Kassier Bäumler, dann Konsul Lang. Nach Aufhebung des Bauausschusses traten 1888 noch in das Direktorium ein Jakob Gallinger als Administrator und Emil Hecht als Bautechniker. An den meist sehr stark besuchten Mittwochsabenden fehlte es nicht an lehrreichen Vorträgen und Demonstrationen aus den verschiedensten Gebieten. Bei der Unmöglichkeit, allen Mitgliedern durch Namensnennung gerecht zu werden, welche die Gesellschaft in dieser Weise gefördert haben, möchte ich wenigstens der so freundlich gebotenen Unterstützung auswärtiger Mitglieder und Gönner gedenken, deren Namen (Blankenhorn, Fleischmann, Günther, Selenka, Will) uns das Gedächtnis an so manchen anregenden und hochinteressanten Abend zurückruft. Wie wohlthätig empfand man jetzt im eigenen Haus die Möglichkeit, aus Sammlung und Bibliothek, wenn nötig, Naturobjekte und einschlägige Schriften sofort zur Hand zu haben.

* * *

Ich komme damit zu dem Bericht über die letzten zehn Jahre unseres Gesellschaftslebens. Wollen wir uns nicht selbst täuschen, so müssen wir ruhig bekennen, dafs wir für diese Zeit nicht den gleichen Aufschwung der Gesellschaft konstatieren können, den dieselbe in den Jahren 1880 bis 1890 genommen hat. Wenn im Jahre 1880 die Mitgliederzahl 112, 1890 aber 387 betrug, so zählte dieselbe am Schlusse des Jahres 1900 nur 404 ordentliche und 11 aufserordentliche Mitglieder. Indessen hatte sich die Zahl in der ersten Hälfte des Dezenniums noch auf 438 vermehrt, um dann wieder zurückzugehen. Ich bin für meinen Teil weit entfernt, die Mitgliederzahl als alleinigen Gradmesser des Wohlbefindens und Gedeihens einer Gesellschaft wie die unsrige, welche keinerlei vergnügliche Tendenz besitzt, anzusehen, halte es aber doch für meine Pflicht, meine Ansicht darüber zu äufsern, was wir als Grund dieses bei oberflächlicher Betrach-

tung bedenklich erscheinenden Stillstandes anführen dürfen. Das rasche Anwachsen der Mitgliederzahl im vorigen Jahrzehnt erklärt sich genügend durch das gesteigerte Interesse, welches unsere gebildete Bevölkerung an der Neuschaffung eines »Naturhistorischen Museums« nahm und durch die bei solcher Gelegenheit gerechtfertigte Propaganda, die man für unseren Verein machen durfte. Mehr und mehr mufste sich aber ein Gleichgewichtszustand herausstellen, indem die Anzahl derer, die aus Interesse der Gesellschaft ohne jeden äufseren Zwang beitreten, ausgeglichen wird durch diejenigen, deren Teilnahme für unsere Sache sich mindert und die jede Gelegenheit freudigst begrüfsen, der Gesellschaft wieder den Rücken kehren zu können. Das bedauerliche Wiedereingehen der bakteriologischen Sektion, deren Begründung eine grofse Mitgliederzahl zugeführt hatte, war auch eine Ursache ihrer Verringerung, indem viele der Herren Ärzte, welche ad hoc der Gesellschaft beigetreten waren, aus derselben wieder ausschieden. Auch der doppelte Wechsel der Vorstandschaft in diesem Jahrzehnt konnte nicht förderlich sein, ganz abgesehen davon, dafs wir durch den Tod des langjährigen verdienten Direktors Spiefs an und für sich einen nicht leicht zu ersetzenden Verlust erlitten haben. Nicht wenig trug auch aufserdem der Tod dazu bei, die Reihen zu lichten; während die Anzahl der verstorbenen Mitglieder im vorigen Dezennium 47 betrug, nämlich 36 ordentliche, 3 korrespondierende und 8 Ehrenmitglieder, belief sie sich im letzten Jahrzehnt auf 74, nämlich 54 ordentliche, 6 korrespondierende und 14 Ehrenmitglieder.

Von ordentlichen Mitgliedern verstarben die Herren: Kaufmann Frech, Kaufmann Hertel, Kaufmann Münzinger, Privatier und Landrat Paul Narr, Kaufmann Amberger, prakt. Arzt Dr. Haas, kgl. Bezirksarzt Dr. Hagen, Kaufmann Lachmann, Photograph Müller, Kaufmann und Landtagsabgeordneter Martin Weigel, kgl. Intendantursekretär Will, Kunstmühlbesitzer Satzinger, Kaufmann Gutmann, Konsul Muskat, Kaufmann Heidenheimer, Privatier Riemann, kgl. Gymnasialprofessor Spiefs, Gürtlermeister Arld, prakt. Arzt Dr. Harteis, Kaufmann Max Hofmann, kgl. Reallehrer Lotter, Fabrikbesitzer Schuckert, Photograph Schmidt, Privatier Hohenner, Kommerzienrat Stief, Kaufmann Rudolf Engelhard, August Pickel, Reallehrer a. D. Engel, Kaufmann Geiershoefer, Kunstschuldirektor Hammer, prakt. Arzt Dr. Baumüller, Fabrikdirektor Boeck, Professor Dr. Kaemmerer, Kommerzienrat Max Kohn, Kommerzienrat Humbser in Fürth, Grofshändler Schaeff, prakt. Arzt Dr. Stein, Oberförster Cammerer in Eibach, Fabrikbesitzer Glafey, Privatier Jungmann, Fabrikbesitzer Dr. Lessing, Kaufmann Offenbacher, Metallgiefsereibesitzer Palm, Rechtsrat Schwemmer, Apotheker Weifs, prakt. Arzt Dr. Rupprecht, Kaufmann Gustav Greiner, Kaufmann Gg. Zoelsmann, Kaufmann Gg Voigt, Apotheker v. Schedel, Kaufmann Anton Ertheiler, Gg. Süfs, Kommerzienrat W. v. Puscher, Senior Kraufsold.

Aus der Reihe der korrespondierenden Mitglieder schieden durch Tod die Herren: kgl. Intendantursekretär Kellner in Würzburg, Professor Dr. E. Hofmann in Stuttgart, Redakteur Homann in Berlin, Zahlmeister a. D. Woerlein in Nymphenburg, Professor Dr. Müller in Jena, Medizinalrat Dr. Rehm in Memmingen.

Von Ehrenmitgliedern verloren wir durch Ableben die Herren: Professor Dr. Prantl in Breslau, Dr. Emin Pascha, Bezirkstierarzt Konrad Schwarz, Professor Dr. Carl Vogt in Genf, v. Sennoner, Bibliothekkustos des Wiener k. k. Hofmuseums, Reichsrat Lothar Frhr. v. Faber, Professor Dr. Stoelzel in München, Pastor Dr. Morris in Baltimore, Oberbergdirektor und Professor Dr. v. Gümbel, Dr. Büchner, prakt. Arzt in Darmstadt, Hofrat Ritter v. Hauer in Wien, Privatgelehrter Dr. Karl Müller in Halle a. S., Professor Dr. Surringar, Direktor des botanischen Gartens in Leyden und Kaufmann August Müller in Nürnberg.

Als korrespondierende Mitglieder wurden in diesem Zeitraum von der Gesellschaft creiert die Herren: Oskar Gebhardt, Kaufmann in Markt Redwitz, Eduard Macco, Kapitän auf grofse Fahrt, Prof. Dr. Paul Ascherson, Prof. Dr. Paul Magnus, beide in Berlin, Privatdozent Dr. Glück in Heidelberg, Gordon y de Acosta, Präsident der Akademie in Habana, Prof. Warnsdorf in Neuruppin, Dr. Appel, Beamter an der botanischen Sektion des kaiserl. Gesundheitsamtes in Berlin, Ernst Benda, Kaufmann in Adelaide, Dr. Kurt Harz, Reallehrer in Kulmbach; als Ehrenmitglieder die Herren: Dr. Wilh. Blasius, geh. Hofrat, Professor und Direktor des Naturhistorischen Museums in Braunschweig, August Müller, Kaufmann dahier.

Wir gedachten schon oben der Veränderungen in der Vorstandschaft. Am 30. Mai 1894 entschlief unerwartet rasch nach kurzem Krankenlager der bisherige Direktor Professor Spiefs, welcher dieses Amt mit Treue und höchstem Geschick 14 Jahre lang versehen hatte. Ein warmer Nachruf aus der Feder Dr. Baumüllers in unseren Abhandlungen gibt uns seine Biographie und schildert uns den lieben Freund nach seinen persönlichen Eigenschaften und in Hinsicht auf seine Leistungen für unsere Gesellschaft in vortrefflicher Weise. Die nie verlöschende Dankbarkeit, welche die Gesellschaft ihm schuldet, kam äufserlich insbesondere auch dadurch zum Ausdruck, dafs dieselbe seine Ruhestätte auf dem alten Kirchhof zu Mögeldorf mit einem von der Freundes- und Meisterhand des ihm nun auch schon im Tod gefolgten Kunstschuldirektors Hammer entworfenen Grabdenkmal zierte, welches am 14. Juli 1895 der Familie feierlich übergeben wurde. Nur wenige Jahre war es seinem Nachfolger Dr. Baumüller vergönnt, die Stelle als Direktor zu bekleiden. Mit kurzen aber aufrichtig empfundenen Worten glaubt der Berichterstatter als sein Nachfolger und Freund an seinem Grabe dargethan zu haben, welchen Widerstreit diese so reich angelegte und heitere Natur im Kampfe eines leiden- und sorgenvollen Daseins durchzumachen hatte. Ein ehren- und liebevolles Andenken ist auch ihm bei allen seinen Freunden gesichert.

Die Stelle eines I. Sekretärs bekleideten nacheinander: Dr. Baumüller, Dr. Heerwagen und Stadtpfarrer Rüdel, als II. Sekretär fungierten Dr. Schrenk, Dr. Hartwig und Dr. Küspert, als III. Sekretär Dr. Rupprecht, Oskar Gebhard, Hauptmann a. D. Foerderreuther, Rechtspraktikant Schultheifs, Dr. Frankenburger und Kaufmann Eckert. 1897 trat an Stelle Sebalds Herr Hoermann als Bibliothekar, während ersterer als Administrator gewählt wurde und Rhau 1898 als Schatzmeister in die Vorstandschaft eintrat. Den beiden so viele Jahre in ersprieſslichster Weise die beiden letztgenannten Stellen verwaltenden Herren Kommerzienrat Gallinger und Konsul Lang sei ebenso, wie allen vorgenannten in der Vorstandschaft thätig gewesenen Herren aufrichtigster Dank für ihre verschiedenartige Mühewaltung auch an dieser Stelle ausgesprochen.

Die regelmäfsig am Mittwoch abgehaltenen Wochensitzungen hatten sich entsprechenden Besuches zu erfreuen. Es wäre unmöglich, alle einzelnen Mitglieder aufzuzählen, welche uns durch Darbietungen von Vorträgen, Referaten und Demonstrationen erfreuten, es mufs aber wiederholt mit besonderem Dank konstatiert werden, wie auch nicht wenige auswärtige Gelehrte und Freunde uns in dieser Beziehung aufs liebenswürdigste und willkommenste unterstützt haben. Herr Professor A. Fleischmann erfreute uns alljährlich durch mehrere von den interessantesten Demonstrationen begleitete Vorträge. Zu letzteren gaben wiederholt Schenkungen des Herrn Fischereibesitzers Blümmel dahier Veranlassung, darunter besonders die eines stattlichen Braunfisches, dessen Skelet nun unsere Sammlung ziert. Herr Professor Selenka berichtete uns in mehreren Vorträgen über seine Reisen nach Indien, dem malayischen Archipel und Japan und entzückte das zahlreich anwesende Publikum ebenso durch seine poesievollen Schilderungen, wie durch die prachtvollen sie begleitenden bildlichen Vorführungen. Herr Privatdozent Dr. Glück in Heidelberg, ein neugewonnener Gönner unserer Gesellschaft, verstand es meisterhaft, in einer Reihe von Vorträgen in klarster Weise pflanzenanatomische und biologische Themata zu behandeln. Weitere Vorträge wurden uns geboten durch Prof. Dr. Biehringer-Braunschweig, Privatdozent Dr. Ebert-Erlangen, Dr. Finkh-Erlangen, Professor Dr. Günther in München, Premierleutnant Kiefer in München, Apotheker Krapfenbauer in Manila, Dr. Neger-München, Dr. Oefele-Neuenahr und Dr. Will-Erlangen.

An einem Abend hatten wir das Vergnügen, unser Ehrenmitglied Herrn Dr. Koch, Direktor des Naturhistorischen Museums in Darmstadt, in unserer Mitte begrüfsen zu dürfen, dessen Ausführungen die Sitzung zu einer besonders anregenden gestalteten. Herr Apotheker und Bürgermeister Würsching in Velburg brachte in einer anderen Sitzung seine interessanten Höhlenfunde in Vorlage.

Herr Bürgermeister Dr. v. Schuh hatte die Güte, in einer besonderen Versammlung im Saale des Hotel Straufs, zu welcher auch der Verein Treu-Nürnberg eingeladen war, über seine Reise zur Eröffnung des Eisernen

Thores zu berichten. Herr Apotheker Kinkelin erstattete der Gesellschaft an sechs Abenden unter Vorlage zahlreicher Photographien ausführlich Bericht über seine Orientreise, Herr Dr. Barabo ebenso an drei Abenden über seine Reise zu dem internationalen medizinischen Kongrefs in Moskau, Herr Huber in verschiedenen Mittwochssitzungen über seine mehrfachen Besuche der Pariser Weltausstellung. Einen eigenartigen Genufs bot eine von Herrn Ortmann veranstaltete Chrysanthemumausstellung, welche unseren Sitzungssaal in einen prachtvollen Blumengarten verwandelte, der leider nur zu bald wieder verschwand, jedoch nicht ohne durch gütige Schenkung und daran sich knüpfende Versteigerung unserem Archäopteryx eine erkleckliche Summe zugeführt zu haben. Auch Herr Toelke sen. hatte mehrfach die Freundlichkeit, uns mit prächtigen Neuheiten seiner Orchideenzucht bekannt zu machen, während Herr Veit Schultheifs in althergebrachter Weise uns fast jeden Abend durch seltene oder prächtig blühende Kakteen und Succulenten erfreut. Literarische Neuigkeiten und eingesandte Tauschschriften wurden in einzelnen Sitzungen vorgelegt und gaben Gelegenheit zu mehr oder minder ausführlichen Referaten.

Die hier 1893 stattgefundene 65. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte gab den Mitgliedern der Gesellschaft, welche in gröfserer Zahl den allgemeinen Vorträgen wie den Abteilungssitzungen beiwohnten, Gelegenheit, mit auswärtigen Gelehrten in persönliche Beziehung zu treten, ebenso erwarb sich die chemische Sektion Dank durch Führung der Mitglieder der chemischen Abteilung in hiesige und Fürther Fabriken. An der 1892 hier stattgehabten Fischereiausstellung hatte sich die Gesellschaft durch Überlassung aller auf die Fischerei bezughabenden Tiere der Sammlung beteiligt.

Mit besonderer Befriedigung können wir auf das Heranwachsen unserer Sammlungen im letzten Dezennium blicken, welches eine Erweiterung der Sammlungsräume zum unabweisbar dringenden Bedürfnis machte. Sind es doch gerade die Sammlungen, welche allein die Teilnahme des dem Verein ferne stehenden Publikums für unsere Sache zu wecken und zu heben vermögen und mufs es unsere besondere Fürsorge sein, denselben im Interesse der Schenker und des besuchenden Publikums eine Aufstellung zu geben, welche die Besichtigung und das Studium derselben ermöglicht, was bislang durch die ungenügenden Räumlichkeiten, schlechte Beleuchtungsverhältnisse und allseitige Überfüllung fast ausgeschlossen war. Trotz der so wenig zweckentsprechenden Aufstellung war der Besuch der Sammlungen namentlich seitens der hiesigen Schulen ein in den letzten Jahren wesentlich gesteigerter.

Schon im Jahre 1893 veranlafste die sich immer mehr geltend machende Frage, in welcher Weise eine Erweiterung der vorhandenen Sammlungsräume möglich wäre, zu einer Eingabe an das Staatsministerium mit der Bitte um eine Sustentation aus Staatsmitteln. Die Herren Kultusminister v. Müller und Oberregierungsrat Bumm unterzogen Sammlungen und

Lokalitäten einer eingehenden Besichtigung und mufsten die Bedürfnisfrage anerkennen. Auch Herr Geheimrat v. Zittel wurde zur Abgabe eines Gutachtens hieher gesandt und sagte seine Mithilfe zu.

Am 16. Mai 1895 hatte die Gesellschaft die hohe Ehre des Besuchs Sr. kgl. Hoheit des Prinzen Ludwig von Bayern mit hohem Gefolge, welche bei Besichtigung der Sammlungen höchste Anerkennung huldvollst auszusprechen geruhten.

Während wir uns auch fernerhin alljährlich eines Beitrages von 300 Mk. von seiten des hohen Landrats von Mittelfranken erfreuten, haben die städtischen Kollegien unserer Stadt in wohlwollender Würdigung der Verhältnisse den jährlichen Zuschufs von 200 Mk. seit 1895 auf 500 Mk. erhöht und auch unsere Bitte um einen Zuschufs aus Staatsmitteln hat Erhörung gefunden, indem für die laufende Finanzperiode 1890 91 jährlich 400 Mk. gnädigst bewilligt wurden. Die zoologische Sammlung füllte bisher zwei gröfsere schlecht beleuchtete Säle, dies aber im eigentlichsten Sinne des Wortes. Die Kollektion ausgestopfter Tiere ist verhältnismäfsig noch unvollständig und der Schenkung ist ein weites dankbares Feld offen gehalten. Ein Nasenbär, Geschenk des Herrn Ludloff auf der Wunderburg bei Erlangen, ein Ichneumon, geschenkt von Herrn Valentin Markert in Würzburg und ein angekaufter Biber von Wittenberg a. Elbe, der einzigen noch in Mitteleuropa existierenden Biberkolonie, waren wohl die wichtigsten Zugänge zur Säugetiersammlung. Kapitän Macco schenkte eine Reihe seltener Seevögel, Ernst Benda in Adelaide eine Serie Vogelbälge und Vogeleier aus Australien, Apotheker Landauer-Würzburg den Gipsabgufs eines Aepyornis-Eis; eine Anzahl von Vögeln, darunter mehrere Paradiesvögel, wurden durch Kauf erworben. Weitaus des gröfsten Zuwachses erfreute sich die Sammlung der Reptilien und Amphibien ganz hervorragend durch Schenkung eines einzigen Mitgliedes, des Herrn Apothekers Kinkelin. Wohl selten wird eine Sammlung durch die Freigebigkeit eines Einzelnen in solcher Weise bereichert werden, wie es hier der Fall ist. Musterhaft konserviert und etiquettiert wandern die herrlichen Präparate Sitzung für Sitzung seit mehreren Jahren in die Sammlungsräume, ohne bisher in verdienter Weise für das Publikum sichtbar gemacht werden zu können. Gar viele dieser Tiere hat uns der hochherzige Schenker seinerzeit lebend vorgeführt und uns viel Interessantes aus ihrer Lebens- und Leidensgeschichte mitgeteilt. Biologische und Situspräparate gestatteten der Archäopteryx und freiwillige Spenden von Mitgliedern in ziemlicher Zahl anzuschaffen. Die wertvolle osteologische Collection, deren Grundstock aus der Weber'schen Sammlung stammt und reich ist an Schlundknochenpräparaten von Fischen aus Pfarrer Jäckels Sammlung wurde durch ein Straufsen-, ein Riesenschlangen- und ein Delphinskelet vergröfsert, während die der niederen Tiere durch Ankauf einer wertvollen Reihe exotischer Schmetterlinge, eine Schenkung von Korallen durch Kaufmann Eichner in Bombay, selbstgesammelte Landschnecken aus Spanien von Spandel

etc. Bereicherung erfuhr. Als Schenker seien hier dankend noch erwähnt: Dr. Gottl. v. Koch in Darmstadt, Plantagenbesitzer Übersetzig in Matagalpa (Nicaragua), Dr. Barabo, Prediger Scholl, das hiesige Aquarieninstitut, Generalagent Kühlken und unsere zoologische Sektion. Ein ungenannt sein wollendes Mitglied ermöglichte den Ankauf einer prachtvollen, mit Seetieren und Seepflanzen bewachsenen, aus dem jonischen Meer gefischten Amphora.

Die Pflanzensammlung wurde vermehrt durch die ständigen Beiträge der Mitglieder der botanischen Sektion, besonders die Herren Schwarz, Fr. Schultheifs, Simon, Rodler, Kaulfufs, Bauriedel, Dr. Buchner und zahlreiche auswärtige Herren, besonders Herrn Bezirksarzt Dr. Holler in Memmingen. Ein speziell der Flora Bayerns gewidmetes Herbar wurde begründet, angekauft das sehr reiche Herbar von Dr. Model in Memmingen. Leider sind die durch Schwarz vorzüglich geordneten Herbare durch Unterbringung im beschränktesten Raum des Hauses der Einsicht des Publikums ganz entzogen. Besonders wertvoll war die Schenkung der Frau Fabrikbesitzerswitwe Gechter, welche der Gesellschaft das von ihrem Bruder, Herrn Rechtsrat Schwemmer, hinterlassene Herbar und seine botanische Fachbibliothek überliefs.

Die Mineraliensammlung, deren Wachstum wesentlich der Schenkung der Merklein'schen Relikten zu danken war, erhielt Zuwachs durch Geschenke von Herrn Senatspräsident Donle, den Herren v. Löffelholz, eine solche aus dem Nachlafs des verstorbenen Kommerzienrats Herrn M. Weigel und schöne australische Goldstufen von Herrn Benda in Adelaide. Die Katalogisierung und vortreffliche Ordnung der zum Teil noch nicht aufstellbaren Sammlung ist eines der vielen Verdienste des verstorbenen Professor Spiefs. Herr Stabsveterinär Schwarz hat eine geognostische Lokalsammlung angelegt.

Die paläontologische Sammlung, aus der durch Hagens Bemühungen erworbenen Sammlung von Dr. Weber entstanden und von ihm nach dem zoologischen System aufgestellt, wurde vermehrt durch Hesselbergpetrefakte von den Herren Oberlandesgerichtsrat Heinlein und Präsident v. Merz, sehr wertvolle Gipsabgüsse von Solnhofener und Kelheimer Funden aus der paläontologischen Staatssammlung in München, Tauschsendungen von Kalkowsky in Jena, eine reichhaltige Schenkung von Petrefakten aus der oberen Kohle von Herrn Bezirksamtmann Esper in Kirchheimbolanden, solche aus Solnhofen von Herrn Oskar Beck, insbesondere aber die wertvollen Knochenreste von Plateosaurus Engelhardti aus dem Keuper, gefunden durch Herrn Assistent Wunder.

Die anthropologische Sammlung, welche bisher in einem ihrem Wert durchaus nicht entsprechenden, für ihre Besichtigung wie Erhaltung gleich ungünstigen Raum untergebracht war, da sie der immer mehr anwachsenden Bibliothek weichen mufste, wurde in ansehnlicher Weise bereichert, namentlich durch die bei den Ausgrabungen in der Beckerslohe und anderwärts

gemachten Funde, ein bei Laufamholz herausgeackertes prachtvolles Bronceschwert und Schenkungen der Herren Baron v. Frays, Kommerzienrat Bing, Sebald, Dr. Bernett, Frhr. v. Löffelholz in Regensburg u. s. w.

Beiträge zur ethnographischen Sammlung spendeten: Herr Professor Selenka, und zwar eine gröfsere Kollektion indischer, japanischer und Dajakgegenstände, von seiner Reise 1893/94 in jenen Ländern mitgebracht, dann die Herren Mesthaler, Metzler, Kleylein in Gablonz, Konsul Lambrecht, Zopf, Preifs, Meisenbach, Wieseler, Missionar Keller in Kamerun, Seel u. a. Eine Anzahl chinesischer Schuhe wurde uns gütigst durch das hiesige Gewerbemuseum überwiesen, während Herr Kaplan Kunzmann eine Serie von Waffen aus Neuguinea unter Eigentumsvorbehalt zur Ausstellung übergab. Herr Hopfenhändler Raum überliefs schenkungsweise einen Riesenglobus.

Auch unsere technologische Sammlung erfuhr Zuwendungen durch die Herren Rhau, Lauer, Geschäftsführer Paul Tasch der Engelhardt'schen Lackfabrik, Huber und Frhrn. v. Löffelholz in Regensburg, insbesondere auch eine gröfsere Droguensammlung von Frau Witwe Zeiser.

Die Bibliothek, in deren Raum auch die der Kolonialgesellschaft gehörige Büchersammlung nach Vereinbarung unter Mitbenützbarkeit von unserer Seite Aufstellung fand, ist durch die verschiedensten geschenkweisen Zuwendungen von Büchern und Separatabdrücken, Überreichung von Festschriften durch Vereine und den wohllöblichen Magistrat hiesiger Stadt, in geringer Menge durch Ankauf, hauptsächlich aber durch den Schriftenaustausch so bedeutend gewachsen, dafs sie sich bereits wieder in den ihr zugewiesenen Räumen beengt fühlt. Die Benützung der Bibliothek ist durch die gebotene Möglichkeit des Entleihens von Büchern an den Mittwochsabenden sehr erleichtert und damit auch wesentlich gestiegen. Um die Ordnung der Bibliothek, insbesondere aber um Anbahnung des Schriftenaustausches mit einer grofsen Reihe neuer Gesellschaften und Ergänzung vorhandener Lücken hat sich Herr Bibliothekar Hörmann grofses Verdienst erworben. Leider wird dadurch aber auch die Arbeitslast für den Bibliothekar eine immer drückendere. Während 1892 ein Tauschverkehr mit 225 wissenschaftlichen Körperschaften bestand, ist die Zahl der letzteren Ende 1900 auf 278 gestiegen. Zahlreiche kostbare und interessante Werke sind auf diese Weise der Bibliothek zugegangen. Da die Möglichkeit der Anknüpfung neuer Tauschbeziehungen und Erhaltung der bereits vorhandenen nur auf entsprechender Gegenleistung begründet ist, mag an dieser Stelle bemerkt werden, dafs die Bände X, XI und XII unserer Abhandlungen bruchstückweise als Beilagen zu den Jahresberichten erschienen sind. Die daraus erwachsenen Kosten überstiegen häufig die vorhandenen Mittel und gaben Anlafs zu manchen Bedenken und Sorgen.

Noch einiges über die Thätigkeit unserer Sektionen. Unsere älteste Sektion, die anthropologische, im Jahre 1882 gegründet, hat in diesem Dezennium abermals die regste Thätigkeit entfaltet. Im Jahre 1896 ver-

anstaltete sie die Einberufung eines Kongresses nordbayerischer Anthropologen und Prähistoriker, welcher am 30. Mai gelegentlich der Nürnberger Landesausstellung eröffnet wurde. Bei dieser Gelegenheit bot dieselbe durch eine Ausstellung prähistorischer Funde aus Nordbayern eine instruktive Übersicht über die vorgeschichtlichen Kulturperioden und ein lehrreiches Bild der Vorgeschichte Nordbayerns. Der äufserst animiert und gelungene Verlauf dieser Versammlung gab zu dem allseitigen Wunsch einer Wiederholung solcher Zusammenkünfte Anlafs. Die Ausgrabungen wurden in ausgedehntem Mafs betrieben und fanden gröfstenteils unter der bewährten Leitung der beiden Herren Wunder, Vater und Sohn, statt, welche dieselben mit unermüdlichem Eifer und gewissenhaftester Sorgsamkeit durchführten und ausführliche Fundberichte ausarbeiteten, die sie samt den gesammelten Objekten in einzelnen Sektions- und Mittwochssitzungen zur Kenntnis brachten. Die Ausgrabungen in der Beckerslohe förderten wertvolle Funde aus der jüngeren Hallstattzeit, hauptsächlich Bronzegegenstände und Gefäfse zu Tage und wird eine ausführliche Beschreibung dieser wichtigen Grabungen und der dort gemachten Funde in unserer Festschrift aus der Feder des Herrn Dr. v. Forster veröffentlicht. Zum Abschlufs gebracht wurde die Durchforschung dieser Grabhügelgruppe im Jahre 1900 und sind wir Herrn Frhrn. v. Behaim für Überlassung derselben ergebensten Dank schuldig. Auch ein Grabhügel in der Stöcklach ergab interessante Funde der Hallstattzeit, eine Ausgrabung in der Breitenloh auf dem Weifsenbrunner Berg solche aus der ersten Bronzezeit. Namentlich die im Jahre 1899 stattgefundenen Ausgrabungen prähistorischer Grabstätten förderten durchwegs sehr wertvolle und interessante Ausbeute. Ein grofser Teil der Sektionsmitglieder, insbesondere Herr Fr. Tuchmann und Kommerzienrat Bing, ermöglichten die Ausführung der Grabungsarbeiten durch Spendung namhafter Beiträge. Alle Funde gingen in den Besitz unserer Sammlung über. Die Sektion besorgte aufserdem die Ausarbeitung von 15 Flurplänen für die archäologische Karte Bayerns und wurden im ganzen 151 Grabhügel bestimmt, vermessen und eingezeichnet.

Die botanische Sektion, gegründet 1883, hat unter der fortdauernden bewährten Leitung ihres Obmanns, des Herrn Stabsveterinär Schwarz sich die botanische Erforschung namentlich noch weniger durchsuchter Gegenden unseres Arbeitsgebietes, insbesondere aber das Studium der pflanzengeographischen Verbreitung in Zusammenhang mit der geognostischen Unterlage zur Hauptaufgabe gemacht. Ein vorzügliches und interessantes Bild dieser Verhältnisse gewähren die von Schwarz für die einzelnen Pflanzenarten gefertigten Verbreitungskärtchen. Alle Neufunde für das Gebiet, alle neuen pflanzengeographisch wichtigen Standorte wurden gewissenhaft registriert. In Bezug auf Kryptogamen schenkte Herr Paalzow den Grofspilzen besondere Aufmerksamkeit und wurde von Herrn Kinkelin durch Konservierung solcher in Formalinlösung der Grund zu einer Sammlung solcher Pilze gelegt, Herr Kaulfufs hat der Farn- und Moosflora sein

Hauptaugenmerk zugewandt und wurde für seine mühevolle Arbeit durch mehrfache wertvolle Funde belohnt. Die gesammelten parasitären Pilze hat Herr Professor Magnus in Berlin fortdauernd zu bearbeiten die Güte gehabt. Herr Fr. Schultheifs machte es sich zur Aufgabe, unsere Adventivflora zu studieren und stellte daneben die phänologischen Daten mit der ihm eigenen Sorgfalt zusammen und ist als rastloser Referent auf dem Gebiet der Pflanzenphänologie nun schon seit Jahren thätig. Mit Stolz blickt die Gesellschaft auf eine heuer zum Abschlufs gelangte Musterleistung ersten Ranges, Schwarzs Flora der Umgegend von Nürnberg-Erlangen, deren erster allgemeiner Teil vor zehn Jahren erschien. Wohl wenige Gegenden unseres deutschen Landes werden so glücklich sein, ihre Flora in einer ebenso vortrefflichen und peinlich gewissenhaften Weise bearbeitet zu sehen. Autopsie und gründlichste Nachprüfung aller fremden Angaben machen das nun vollendete Werk zu einem Standard work im wahrsten Sinn des Wortes. Eine gröfsere botanische Reise, welche Herr Gymnasiallehrer Grofs mit dem Herausgeber der allgemeinen botanischen Wochenschrift Kneucker nach Istrien, Dalmatien, Montenegro, Herzegowina und Bosnien unternahm, lieferte reiche Ausbeute, wie dies auch von einer Fortsetzung dieser Forschungen im heurigen Jahr zu erwarten ist. Das Referat darüber erscheint in der Kneucker'schen Zeitschrift.

An dieser Stelle mufs auch der Vereinsausflüge gedacht werden, nicht nur weil dieselben manchen unerwarteten, interessanten botanischen Fund ergaben, sondern auch insofern sie durch unsern hochverehrten Freund Schwarz arrangiert und geleitet werden. Der belehrende Wert dieser Exkursionen, welche in den letzten Jahren sich bei vermehrter Zahl auch einer wachsenden Teilnahme seitens der Mitglieder zu erfreuen hatten, ist bei der gründlichen Kenntnis unserer weiteren Umgegend, welche der Veranstalter nicht blos in botanischer und geognostischer, sondern auch in geschichtlicher und kulturhistorischer Beziehung besitzt, auf der Hand liegend. Nicht minder begrüfse ich das seit 1898 dem Jahresbericht beigegebene Referat über diese Ausflüge nicht blos als unterhaltende Beigabe zu letzterem, die auch den Nichtteilnehmer an denselben sich erfreuen läfst, sondern auch als angenehme Quelle naturhistorischer Belehrung über unsere Nürnberger Umgegend und vorzügliches Mittel, das Interesse für diese Dinge und damit indirekt auch für unsere Gesellschaft zu wecken. Besondere Belehrung bot ein Nachmittagsausflug in unsere Nachbarstadt Erlangen, welcher Gelegenheit gab, den botanischen Garten und das botanische Museum der Universität unter liebenswürdiger und sachkundiger Führung des Herrn Professor Dr. Sohlereder eingehend zu besichtigen.

Die Thätigkeit der übrigen Sektionen trägt mehr internen Charakter. Vorträge, Mitteilungen und Referate aus den bezüglichen wissenschaftlichen Disziplinen füllen die Abende der Monatssitzungen aus. Die von der geographischen Sektion beabsichtigte Herausgabe eines Nürnberger Heimatsatlanten mufste an dem Mangel verfügbarer Mittel scheitern. Die chemische

Sektion hat sich um die Muttergesellschaft ein wesentliches Verdienst erworben und einem längst gefühlten Bedürfnis dadurch abgeholfen, dafs sie auf ihre Kosten einen mit Gas- und Wasserleitung versehenen Experimentiertisch im Sitzungssaal aufstellen liefs, der am 5. Dezember 1900 durch einen Experimentalvortrag des Herrn Professor Dr. Prior in trefflicher Weise eingeweiht wurde, welcher die Zuhörerschaft bis zur Mitternachtsstunde in gespanntester Aufmerksamkeit erhielt. In den letzten Jahren traten zu den bereits bestehenden Sektionen noch zwei neue hinzu, 1898 eine zoologische und 1900 eine technologische.

Wenn wir schon oben der Unterstützung gedachten, welche wir von seiten des Staates, Kreises und der Stadt genieſsen, dürfen wir auch die privaten Zuwendungen aufzuführen nicht unterlassen, die uns im letzten Dezennium zu teil geworden sind. Dieselben bestanden in einem Legat des verstorbenen Herrn Reichsrats Lothar von Faber im Betrag von 1000 Mark, einer Spende von 250 Mark durch zwei ungenannt sein wollende Mitglieder aus Anlafs freudiger Erlebnisse, sowie gröfseren und kleineren Geldbeiträgen einer Anzahl von Mitgliedern zur Deckung eines vorhandenen Defizits und der alljährlichen Abzahlung der Hypothek. Unser verstorbenes hochgeschätztes Mitglied Herr Dr. Lessing übernahm auf eigene Rechnung die Mehrkosten des durch freiwillige Beiträge angeschafften Skioptikons, welches wir kaum mehr missen möchten, nachdem dasselbe seit dem 1897 erfolgten Anschlufs des Hauses an das städtische Elektrizitätswerk für elektrisches Licht montiert werden konnte und wir uns von seinem Wert für wissenschaftliche Demonstrationen so vielfach zu überzeugen Gelegenheit hatten. Gar manche Erwerbung verschafften uns die Erträgnisse unseres Archäopteryx, dessen Inhalt öfter auch durch kleine Versteigerungen von Herrn V. Schultheifs zu diesem Zweck überlassener Pflanzen und anderer Schenkungen bereichert wurde. Eine uns in doppeltem Sinn wertvolle Gabe verdanken wir der Güte des Herrn Huber, das auf Elfenbein gemalte Porträt des Mitbegründers unserer Gesellschaft Dr. Osterhausen.

Mit Dank konstatieren wir die schenkungsweise Zurückgabe einer gröfseren Zahl von Schuldscheinen. Trotz der keineswegs gebesserten finanziellen Lage der Gesellschaft, sah sich dieselbe in der letzten Generalversammlung doch veranlafst, endlich an die Verlosung von Schuldscheinen heranzugehen, deren heuer eine kleine Anzahl zur Auslosung kam.

Bei dem herannahenden Jubiläum durften wir es nicht bei dem Gedanken an eine Festfeier bewenden lassen; wir mufsten darnach trachten, an diesem Tag wenigstens um einen kleinen Schritt vorwärts gekommen zu sein und mindestens die schreiendsten Mifsstände inbezug auf die Unterbringung und Aufstellung unserer Sammlungen beseitigt zu wissen. Es wurde zur Durchführung unseres Projektes ein Festkomité ins Leben gerufen, als dessen Ehrenvorsitzender mitzuwirken Herr Bürgermeister Dr. v. Schuh in überaus dankenswerter Weise zusagte. Dem Finanzausschufs dieses Komités lag die schwierige Aufgabe ob, durch einen Appell

an unsere hiesigen Mitbürger uns pekuniäre Unterstützung zu leisten. Der ersprieſslichen Thätigkeit, welche dieselbe entfaltete, verdanken wir bis heute schon ein so erfreuliches Resultat, daſs nicht blos die Kosten der Festfeier und der vorliegenden Festschrift, zu deren Herausgabe auch die städtischen Kollegien einen Beitrag von 1500 Mk. in liberalster Weise spendeten, gedeckt werden können, sondern auch bauliche Veränderungen der vorhandenen Räumlichkeiten des Hauses in der Weise in Angriff genommen werden konnten, daſs alle Aussicht besteht, von den Tagen des Jubiläums ab die Sammlungen dem Beschauer in würdigerer Weise vorführen zu können, als es bis jetzt der Fall gewesen ist. Die Möglichkeit eines solchen Umbaues wurde nur dadurch gegeben, daſs die bisherige Mieterin unserer zweiten Etage und des Hinterhauses, die Frauenarbeitsschule des Vereins Frauenwohl die für sie nicht mehr geeigneten Räume verlieſs. Der Entgang der Miete, mindestens für das von uns jetzt mitzubenützende Hinterhaus, wird uns freilich neue Sorgen bereiten. Gröſster Dank gebührt den bei uns eingemieteten verehrlichen Gesellschaften und Vereinen, welche mit auſserordentlicher Zuvorkommenheit und Geduld alle Beschwerlichkeiten und Miſsstände, welche der Umbau mit sich brachte, ertrugen und mit uns teilten.

Wenn wir mit Befriedigung auf das, was wir heute erreicht haben, zu blicken berechtigt sind und dankbaren Herzens der Gönner und Spender gedenken, welche uns dasselbe erreichen lieſsen, so dürfen wir es uns doch nicht verhehlen, daſs auch heute nur ein Zustand geschaffen werden konnte, der eben für eine Reihe von Jahren den bestehenden Miſsständen abhilft. Möge es uns gelingen, die Gunst und das Wohlwollen des Publikums, Teilnahme und Interesse an unserer Gesellschaft und unserem »Naturhistorischen Museum« in seiner jetzigen Gestaltung bei den einen zu wecken, bei den anderen zu erhalten und zu steigern, auf daſs die Naturhistorische Gesellschaft fröhlich weiter blühen und gedeihen möge zu unserer und unserer Stadt Freude und Ehre!

A. Heerwagen.

Der fränkische Naturforscher

Ernst v. Bibra

(1806–1878)

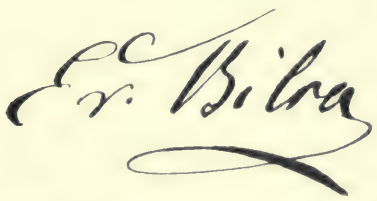
in seinen Beziehungen zur Erdkunde.

Von

Dr. Sigmund Günther,

kgl. Professor an der technischen Hochschule in München.

Es ist zu beklagen, dafs wir noch immer keine gründlichere biographische Arbeit über einen Mann besitzen, der sich auf den verschiedensten naturwissenschaftlichen Gebieten als ernster Forscher und in der schönen



Litteratur als glücklicher Pfadfinder bethätigt hat, der auch persönlich der älteren Generation Nürnbergs noch in lebhafter und guter Erinnerung steht. Es mag daran einen Teil der Schuld tragen der Umstand, dafs Freiherr Ernst von Bibra wissenschaftlich nicht leicht zu rubrizieren ist; ein feuriger

Geist, ein ungewöhnlich vielseitiges Interesse wiesen ihn auf die verschiedenartigsten Probleme hin, und so wurde er von den Spezialhistorikern bei weitem nicht so berücksichtigt, wie sein Talent, sein Streben und auch seine Erfolge es reichlich verdient gehabt hätten. Was für seine Lebensgeschichte vorliegt, bezieht sich zumeist nur auf rein äufserliche Daten[1]). Diese Studie nun beabsichtigt nicht entfernt, die vorhandene Lücke auszufüllen; dazu wäre ihr Verfasser in gar keiner Weise kompetent. Vielmehr wurde ein weit engeres und bescheideneres Ziel ins Auge gefafst. Es war nämlich v. Bibra durch seine grofse Reise auch, ohne Geograph von Fach zu sein, mit der Geographie in nahe Fühlung getreten, und in mannigfacher Art hat er seine anderweitigen naturwissenschaftlichen Kenntnisse auch der Lehre von der Erde zu gute kommen lassen; sei es unmittelbar, sei es mehr indirekt. Dieser Teil seiner Wirksamkeit ist es, mit welchem wir uns eingehender zu beschäftigen gedenken. Dabei wird es sich allerdings ganz von selbst verstehen, dafs ein kurzer Abrifs seines Lebensganges vorausgesendet und in ihm auch die ausgedehnte schriftstellerische Thätigkeit des bis in sein hohes Alter rastlos fortarbeitenden Mannes soweit gewürdigt wird, als dies vom Standpunkte desjenigen geschehen kann, den ebenso die Umstände, wie eigenes Unvermögen von einem tieferen Eindringen zurückhalten. Wer der Aufgabe völlig gerecht werden wollte, der müfste sich anheischig machen, nicht eine kleine Abhandlung, sondern ein Buch zu liefern.

Die freiherrlich von Bibra'sche Familie gehört der uralten fränkischen Reichsritterschaft an; dem Würzburger Hochstifte hat mancher Würdenträger des Namens Bibra vorgestanden. Das Familiengut Schwebheim, in der Nähe von Schweinfurt gelegen, war die Geburtsstätte des ersten Vertreters seines Geschlechtes, der sich auf einem ganz anderen Felde einen geachteten Namen erwerben sollte. Ernst v. Bibra[2]) hatte dort am 9. Juni 1806 das Licht der Welt erblickt; dafs er nach vollendeten Gymnasialstudien die Universität Würzburg bezog und dortselbst sich dem Studium der Rechte widmete, verstand sich nach der Tradition von selbst. Allein der junge Mann fühlte nicht das Zeug zum praktischen Juristen in sich; er sattelte um, sobald es ihm die äufseren Umstände gestatteten, und griff energisch die Naturwissenschaften an, von denen ihn die Chemie am meisten anzog. Sie war es hauptsächlich, die ihn zur späteren Übersiedelung nach Nürnberg veranlafste; lag doch diese Stadt nicht weit von Erlangen, wo sich ein

1) Die bekannteren Konversationslexika (von Brockhaus und Meyer), sowie das treffliche Werk Poggendorffs (»Biographisch-litterarisches Handwörterbuch zur Geschichte der exakten Wissenschaften«, 1. Band, Leipzig 1863) gewähren die notwendigsten Materialien. Die »Allgemeine deutsche Biographie« befragt man leider vergebens; um so erfreulicher ist es, den zwar kurzen, aber ganz entsprechenden Artikel der »Grande Encylopédie« (6. Band, S. 682) als ein Zeichen der Beachtung, welche der deutsche Gelehrte auch im Auslande fand, anführen zu können.

2) Das Adelsprädikat soll der Kürze halber in folgendem immer wegbleiben.

anregender geistiger Verkehr mit Männern der Wissenschaft und mit den gelehrten Instituten darbot, wo bald nachher der junge Vertreter des Faches, E. v. Gorup-Bosanez (1817—1878), die von Berzelius eigentlich erst begründete Zoochemie pflegte. Untersuchungen solcher Art waren es, die Bibra während seiner ersten Periode — er ist erst als reifer Mann in die litterarische Arena eingetreten — vorzugsweise beschäftigten [1]). Aber auch nachher noch ist er gerne auf die chemische Seite der Anatomie und Physiologie zurückgekommen, wie dies seine Galle- und Gehirnstudien [2]) bekunden. Auch die in Verbindung mit einem hervorragenden Physiologen jener Zeit, Emil Harlefs (1820—1862), durchgeführte Experimentalforschung über die Wirkung des Äthers als hervorragenden Anästhetikums [3]) gehört hierher. Und nicht minder müssen wir hier diejenige Arbeit nennen, durch welche sich Bibra nicht nur in der szientifischen Welt einen Ehrenplatz gesichert, sondern auch der leidenden Menschheit und einer gesunden Sozialpolitik einen unvergänglichen Dienst geleistet hat. Die äufsere Veranlassung hatte gegeben, dafs er ewähntermassen in der zweiten Hälfte der vierziger Jahre seinen Wohnsitz nach Nürnberg verlegte [4]). In dieser industriellen Stadt ward auch die seit 1833 rasch in die Höhe gekommene Fabrikation von Phosphorstreichhölzern schwunghaft betrieben, und da erst 1848 der amorphe, ungleich ungefährlichere Phosphor eingeführt wurde, so konnten häufige Erkrankungen der in jener Industrie beschäftigten Arbeiter

1) Die ersten hier einschlagenden Veröffentlichungen sind die nachfolgenden: Chemische Untersuchung verschiedener Eiterarten, Berlin 1842; Chemische Untersuchungen über die Knochen und Zähne des Menschen und der Wirbeltiere, mit Rücksichtnahme auf ihre physiologischen und pathologischen Verhältnisse, Schweinfurt 1844. Im Vorworte zu letzterem Buche lesen wir, nachdem der Autor erklärt hat, dafs ihm die Verhältnisse, unter denen er — in Schwebheim — zu schaffen genötigt war, die Benützung gröfserer Bibliotheken unmöglich gemacht hätten, die für Bibras Denkart charakteristische Stelle (S. IV): »Wer der Meinung ist, dafs man in solchen Fällen sich wissenschaftlicher Arbeiten gänzlich enthalten sollte, dem habe ich nichts zu erwidern.«

2) v. Bibra, Chemische Fragmente über die Leber und die Galle, Braunschweig 1849; Hilfstafeln zur Erkennung zoochemischer Substanzen, Erlangen 1849; Vergleichende Untersuchungen über das Gehirn des Menschen und der Wirbeltiere, Mannheim 1854. Von Wert ist der am letzteren Orte geführte Nachweis, dafs in der Gehirnsubstanz wahnsinniger und normaler Menschen sich chemisch keinerlei Verschiedenheit konstatieren lasse.

3) v. Bibra-Harlefs, die Wirkung des Schwefeläthers in chemischer und physiologischer Beziehung, Erlangen 1847. Es wird die Art des Einflusses, den die verschiedenen Ätherarten auf den Organismus ausüben, bis ins Einzelne festzustellen gesucht.

4) Anfänglich wohnte Bibra in dem bekannten Fembo-Hause in der Burgstrafse; späterhin bezog er das ihm selbst angehörige Haus in der Bergstrafse, dessen mit antiquarischen und naturwissenschaftlichen Merkwürdigkeiten reich ausgestatteten »Rittersaal« der Besitzer höchst liberal für die verschiedensten — nicht gerade immer gelehrten — Zwecke zur Verfügung stellte. In den Erinnerungen vieler ehemaliger Studierenden der drei bayerischen Landesuniversitäten spielt der Saal eine eigenartige, von poetischem Dufte verklärte Rolle.

nicht ausbleiben. Ein hochgeachteter praktischer Arzt, L. Geist, hatte die pathologische Seite des neuen Fabrikationszweiges bereits zum Studienobjekte gewählt, und indem nun Bibra sein reiches Wissen gleichzeitig in den Dienst der Gewerbehygiene stellte, erwuchs aus den kombinierten Bemühungen beider ein vorzügliches Werk [1]), dem auch die allseitige Anerkennung nicht versagt blieb [2]). Auch jetzt noch wird dasselbe in Fachkreisen als Quelle reicher Belehrung betrachtet.

Teilweise verwandt mit diesen doch immer inhaltlich der Tierchemie nahe stehenden Schriften sind diejenigen, welche sich auf die menschlichen Nahrungs- und Genufsmittel beziehen. Die Narkotika hatten Bibra von jeher interessiert, und als ihn die gleich nachher zu besprechende Reise Gelegenheit verschafft hatte, mit einer ganzen Reihe von Stimulantien bekannt zu werden, von denen man dazumal in Europa noch wenig wufste, so sah er sich veranlafst, unser Wissen von denselben, so wie es aus fremder und eigener Bearbeitung der einzelnen Stoffe hervorgegangen war, in einer systematischen Monographie zur Darstellung zu bringen, der dann eine noch schwerer wiegende über die wichtigste menschliche Speise folgte [3]). Die von gleicher Tendenz durchdrungene Schrift [4]) über die

---

1) v. Bibra-Geist, die Krankheiten der Arbeiter in den Phosphorzündholzfabriken, insbesondere das Leiden der Kieferknochen durch Phosphordünste, Erlangen 1847. Nicht blos zahlreiche Operations- und Obduktionsberichte, sondern auch das in weitem Ausmafse zu Hilfe genommene Tierexperiment bildeten die Unterlage für Bibras zahlreiche, in manchen Fällen die endgiltige Aufklärung mit sich bringende Analysen. Dessen ausschliefsliche Leistung ist die erste, chemisch-physiologische Abteilung.

2) Der König von Preufsen erteilte den beiden Verfassern eine hohe Anerkennung durch Übersendung der goldenen Medaille. Aufserdem wurde Bibra auch der sogenannte Monthyonsche »Tugendpreis« zugesprochen, den Baron de Monthyon (1733—1820) für verdienstvolle philanthropische Unternehmungen im Jahre 1782 ausgesetzt hatte.

3) v. Bibra, Die Getreidearten und das Brot, Nürnberg 1860. Auch dieses Buch brachte dem Autor eine Auszeichnung, diesmal von seiten des russischen Kaisers. An eine historische Einleitung, wie sie Bibra den meisten seiner Publikationen vorausschickt, schliefst sich die detaillierte botanische und chemische Klassifikation und Beschreibung der efsbaren Gräser. Von Wichtigkeit sind insbesondere die vielfach neuen, auf selbständigem Versuche beruhenden Mitteilungen über die wechselnde Fähigkeit der Getreide- und Brotarten, Wasser in sich aufzunehmen; das hygroskopische Verhalten derselben war noch nicht so genau erforscht worden.

4) v. Bibra, Die narkotischen Genufsmittel und der Mensch, Nürnberg 1855. Der Diskussion werden folgende Droguen unterstellt: Kaffee, chinesischer Thee, südamer. Thee (Maté), Guarana (Samen von Paullinia sorbilis), Chokolade, Fahan-Thee (aus Ostafrika), Kath (aus Arabien), Fliegenschwamm, Stechapfel, Coca, Opium, Lactucarium (von Lactuca virosa), Haschisch, Tabak, Betel und Arsenik. Mit Ausnahme von Katechu ist hier in der That alles Wissenswerte zusammengebracht. Die Bedeutung der Cocapflanze war früher noch wenig bemerkt worden. Noch fehlte es an einer tiefer eingreifenden chemischen Untersuchung, und Bibra sprach die prophetischen Worte (a. a. O., S. 151 ff.): »Es ist also blos Vermutung, wenn wir ein ähnliches, flüchtiges Öl, wie im Kaffee oder Thee, in der Cocapflanze annehmen, welches auf

Bedeutung der anregenden und zugleich kalmierenden Pflanzenstoffe für die physische Ökonomie des Kultur- und Naturmenschen wird auch von einem Geographen, wenn er insbesondere mit Aufgaben der wirtschaftlichen Erdkunde zu thun hat, mit grofsem Vorteil für seine Zwecke ausgenützt werden können. Die Broschüre über den Kaffee[1]) kann als ein Nachtrag zu ersterer gelten, der eine der dort nur mehr generell behandelten Fragen in allen ihren Teilen gründlich erörtert.

Bibra war nicht blos Naturforscher, sondern auch Altertumsfreund und Archäologe von guter Schulung. Seine beiden Neigungen zu verbinden, wurde ihm nahegelegt durch die Beschäftigung mit antiken, mittelalterlichen und auch prähistorischen Metallgegenständen, über deren Zusammensetzung es Klarheit zu schaffen galt. Er disponierte über einen ganz gewaltigen Stoff[2]), den er aber nach allen Seiten verarbeitet hatte; zumal die ihm übermittelten Fundstücke aus Rufsland gewährten manch neuen und wertvollen Aufschlufs. Wenn Bibra bei abermaligem Zurückkommen[3]) auf diese Dinge dem Zweifel Raum gab, ob derartige Studien wohl überhaupt vom Publikum als nützlich anerkannt werden möchten, so hat die Folgezeit dieses Bedenken vollständig widerlegt. Ein Teil des grofsen Rufes, den sich der berühmte französische Chemiker M. P. Berthelot erworben, kommt auf Rechnung der mit höchster Genauigkeit ausgeführten Analysen assyrisch-babylonischer Legierungen, die man ihm verdankt.

Hiemit nehmen wir Abschied von Bibras naturwissenschaftlicher Arbeit, soweit dieselbe aufser Beziehung zur Geographie steht[4]). Auch als Verfasser von Novellen und Romanen[5]) befindet er sich aufserhalb des Rahmens dieser Skizze. Nur ein kurz kennzeichnendes Wort sei darüber gestattet. Alle diese der leichteren Litteratur angehörigen Erzeugnisse einer äufserst gewandten, sprachgeschickten Feder ermangeln nicht des

---

den Organismus eine eigentümliche Wirkung ausübt.« Die moderne analytische Chemie hat durch die Isolierung des als Cocain so höchst wirksamen Alkaloides die Voraussagung glänzend bestätigt.

1) v. Bibra, Der Kaffee und seine Surrogate, München 1858.

2) v. Bibra, Die Bronzen und Kupferlegierungen der alten und ältesten Völker, mit Rücksichtnahme auf jene der Neuzeit, Erlangen 1869.

3) v. Bibra, Über alte Eisen- und Silberfunde, Nürnberg-Leipzig 1873. Diesmal kamen hauptsächlich alte Münzen an die Reihe.

4) Nur anhangsweise können kurz genannt werden »die kleineren Arbeiten«, welche Erdmann's »Journal für praktische Chemie« aus Bibras Feder brachte. Dieselben handeln von der Analyse der Sandsteine (86. Band, 1862), von derjenigen der Kalksteine (90. Bd, 1863), von den Quellen des Bades bei Rothenburg o. T. (92. Bd., 1864), von der chemischen Beschaffenheit der nächst der Algodon-Bay gefundenen Kupfererze (96. Band, 1865) und zuletzt von einigen auf die damals noch im Vordergrunde des Interesses stehende Photographie und auf technische Chemie bezüglichen Fragen (120. Band, 1875; 122. Band, 1876; 125. Band, 1878.)

5) Am meisten fallen der hier gekennzeichneten Gattung von Erzählungen die beiden Sammlungen v. Bibras anheim: Erinnerungen aus Südamerika, 3 Bände, Leipzig 1861; Aus Chili, Peru und Brasilien, 3 Bände, Leipzig 1862.

geographischen Hintergrundes. Mit Freiligrath, O. Ruppius und insonderheit mit dem Vielschreiber Gerstäcker hat Bibra die Vorliebe für exotische Darstellungen und eine lehrhafte Liebhaberei gemein, die sich jedoch niemals aufdringlich geltend macht und offenbar anziehend auf die Leserwelt gewirkt hat, wenn auch in unserer schnellebigen Zeit die Mehrzahl dieser Schriftwerke sich nicht dauernd auf dem Büchermarkte zu behaupten vermochte. Der obenerwähnte französische Artikel nennt unter Bibras Geistesprodukten »un grand nombre de récits de voyages et de romans qui comptent parmi les meilleurs«[1]).

Mit Geographie in theoretischer Hinsicht hatte sich unser Naturforscher vor dem Jahre 1849 wohl kaum ernstlicher befafst. Im April jenes Jahres aber trat er jene grofse Reise nach Südamerika an, die seinen Namen sowohl bei den Gelehrten, wie auch beim Leserpublikum noch rascher bekannt machte, als dies seiner bisherigen Thätigkeit am Schreibtische und im Laboratorium gelungen war. Dieselbe nahm $1^1/_4$ Jahre in Anspruch und richtete sich vorzugsweise auf den Westen des Erdteiles, während in Brasilien nur vorübergehend Station gemacht wurde. Für die Landeskunde von Chile war der dortige längere Aufenthalt eines naturhistorisch gut geschulten Forschers von entschiedenem Werte, und man kann sagen, dafs er, angesichts der noch so mangelhaften Verbindungen und der Schwierigkeiten, welche die Umsegelung von Kap Hoorn mit sich brachte, als Pfadfinder auf wenig begangenem Gebiete vorangeschritten ist. Die Reiseschilderung ist als ein selbständiges Werk[2]) erschienen, in welchem zwar das erzählend-belletristische Moment vorwiegt, welches aber doch zugleich auch eine Fülle wissenschaftlich anregender Bemerkungen in sich schliefst. Wer die strengwissenschaftlichen Aufsätze nachliefst, in denen Bibra seine Reiseerfahrungen niederlegte, der wird beim Vergleichen inne werden, dafs deren Keime sämtlich bereits in der populären Darstellung enthalten sind.

Die Fahrt auf einem Segelschiffe dauerte vor einem Halbjahrhundert ungleich länger als heute, bot in ihrer Langsamkeit weit mehr Veranlassung, ein offenes Auge zu üben, und zwang den geistig höher Stehenden, die mit der so oft eintretenden Fahrverzögerung unumgänglich verbundene Langeweile durch Konzentrierung der Aufmerksamkeit auf alle sich etwa darbietenden Eindrücke zu bekämpfen. So hat auch Bibra gehandelt. Die Fische und anderen Seetiere[3]), die das Schiff begleiteten oder ihm

1) Nicht unerwähnt wollen wir auch lassen, dafs der Sohn eines uralten Adelsgeschlechtes im aufgeregten Jahre 1848 ein kleines Gelegenheitsschriftchen zu Nürnberg erscheinen liefs, worin er sich zu einer — nach damaligem Zuschnitte — fortgeschritten liberalen Gesinnung bekannte und dem Adel nur noch soweit eine gewisse Berechtigung zugestanden wissen wollte, als er sich derselben durch eine nach jeder Richtung edelmännische Denk- und Lebensweise würdig mache.

2) v. Bibra, Reise in Südamerika, 2 Bände, Mannheim 1854 (künftig R. S.).

3) Auffallend ist, was über Seeschlangen (1. Band, S. 75) ausgesagt wird. Auf drei dieser Tiere stiefs die »Reform« unter 10^0 50′ südlicher Breite. Es gilt als eine ausgemachte Sache, dafs der Verbreitungsbezirk der Hydrophiden den Atlantischen

begegneten, das Leuchten des Meeres[1]), der schöne Anblick des noch so wenig erforschten Zodiakallichtes[2]), die neuen Sternbilder des Südhimmels gewährten eine Möglichkeit, des trübseligen Einerleis einer grofsenteils unter recht unerquicklichen Verhältnissen sich vollziehenden Seereise zu vergessen. Auf dem Festlande hing der Reisende seinen Neigungen, die ihn über das Meer geführt hatten, unausgesetzt nach, sammelte mit gröfstem Eifer Tiere, Pflanzen und Gesteinsproben, deren Bestimmung dann teilweise seine Freunde in Deutschland auf sich nahmen, und unternahm Streifzüge in die Kordilleren, die ihn zu ziemlicher Höhe emporführten. Die so häufig sich wiederholenden Erderschütterungen verzeichnete er unter Beifügung der meteorologischen Begleitumstände[3]). Aber auch die staatlichen und bürgerlichen Einrichtungen der von ihm besuchten Freistaaten Chile und Peru beschäftigten den Fremden, der manch scharfsichtigen Vergleich zu ziehen in der Lage war[4]). Kurz, für einen jeden, der in angenehmer Form belehrt sein will, bilden Bibras Reiseschilderungen eine genufsreiche Lektüre, die auch jetzt noch mit gutem Rechte empfohlen werden kann, so viel Gutes auch seitdem über Südamerika geschrieben wurde.

Ozean nicht einbegreift, dafs westlich von Madagaskar diese furchtbar giftigen Tiere nicht mehr vorkommen. Unseres Wissens ist denn auch Bibras Beobachtung eine ganz vereinzelte.

1) Über dieses Phänomen verbreitet sich ein besonderes Schaltkapitel des Buches (1. Band, S. 35 ff.). Bibra schliefst sich der damals bereits zum Siege gelangten, von Ehrenberg vertretenen Ansicht an, dafs lebende Tiere, berührt oder sonstwie gereizt, die Ursache dieses phosphoreszierenden Lichtschimmers seien. Und zwar geht er immer von gröfseren Seetieren aus; Infusorien kommen nicht in Betracht. Bibra durfte namentlich auch jene Modifikation des Meerleuchtens kennen lernen, welche unter dem Namen der »Milchsee« bekannt, aber noch wenig ergründet ist (Günther, Handbuch der Geophysik, 2. Band, Stuttgart 1899, Abt. VI, Kap. 1).

2) Notizen über diese unter den Tropen so gewaltig auf die Sinne wirkende Lichterscheinung, die nach Bibra (R. S., 1. Band, S. 62) wegen ihrer »geheimnisvollen Ruhe« eine kosmische Bildung sein müfste, wahrscheinlich aber nur durch einen unsere Erde umgebenden, stark abgeplatteten Staubring hervorgerufen wird, finden sich an verschiedenen Orten eingestreut. Der wifsbegierige Deutsche konnte sich nicht erklären, dafs und warum weder die Matrosen der »Reform« noch auch die Chilenen einer Sache, die ihn so sehr fesselte, irgend welches Gewicht beilegten.

3) Vgl. zumal R. S., 2. Band, S. 126 ff. Neu und wohl noch nicht bestätigt ist die Mitteilung, dafs bei einem heftigeren Erdbeben der Krankheitsstand der betroffenen Gegend ein ungünstigerer wird. Das Mittelalter war ja überzeugt, dafs Seuchen und Pestilenz die regelmäfsigen Begleiter einer seismischen Katastrophe sind, aber aus neuerer Zeit liegt dafür sonst keine Bekräftigung vor.

4) Sehr zutreffend ist, was Bibra über die Sklaverei äufsert (R. S., 1. Band, S. 270). In allen Ländern, welche dem Weifsen das Verrichten auch schwererer Arbeiten klimatisch gestatten, hat diese verabscheuenswürdige Institution niemals viel auf sich gehabt, während sie innerhalb der heifsen Zone unausrottbar erscheint. Chile hatte die Abschaffung des Übels rasch und radikal bewerkstelligt; in dem tropischen Peru dagegen hatte sich die Unsitte, den gesetzgeberischen Mafsregeln zum Trotze, fortgefristet, als der Reisende es besuchte.

Wenden wir uns nunmehr den monographischen Abhandlungen unseres Forschers zu, so wollen wir zunächst noch beim Meere stehen bleiben. Die Ozeanographie stand in jener Zeit noch auf einem weit niedrigeren Niveau; die Angaben über Temperatur, Dichte und Salzgehalt waren noch zu isoliert, um die Verteilung dieser Elemente der Meeresstatik genau verfolgen und mit einiger Sicherheit graphisch wiedergeben zu können. Bibra hatte sich mit den notwendigen Instrumenten versehen, um an seinem Teile zur Vervollkommung des empirischen Materiales beitragen zu können, und konsequent hielt er auf der Hin- und Rückreise daran fest, Oberflächentemperaturen zu messen und Wasserproben behufs späterer chemischer Zerlegung zu schöpfen. Von den Thermometermessungen ist vorübergehend auch im Reisewerke die Rede, und eine demselben angehängte Tabelle enthält[1]) die sämtlichen meterologischen, auch die Wasserwärme einschliefsenden Aufzeichnungen der vier Monate der Rückfahrt (März, April, Mai, Juni 1850). Dasjenige, was von aktueller Bedeutung war, stellte Bibras Freund Hermann Schlagintweit, durch seine physikalisch-geographischen Forschungen damals schon sehr bekannt, in einem kleinem Aufsatze[2]) zusammen. Er suchte aus des ersteren Tagebüchern Anhaltspunkte für den Verlauf einer maritimen Maximalisotherme zu erhalten, entnahm ihnen eine Bewahrheitung der Thatsache, dafs man vermittelst des Thermometers auf das Vorhandensein einer Meeresströmung schliefsen kann, und wies die so äufserst geringe jahreszeitliche Schwankung der tropischen Meerestemperatur nach. Zwischen + 10° und — 10° geogr. Breite hatte Bibra[3]) während einer sich lange ausdehnenden Fahrt als Extremwerte blos 25,6° und 28,7° gefunden.

Die chemischen Untersuchungen, welche Bibra über das Wasser zweier Meere anstellte[4]), haben in alle gröfseren Fachwerke Eingang gefunden[5]). Meistenteils stammte das der Probe unterworfene Wasser aus

---

1) R. S., 2. Band, S. 345 ff. Eine spätere Veröffentlichung Bibras (die Fahrt um das Kap Hoorn, Abhandl. d. Naturhistorischen Gesellschaft zu Nürnberg, 2. Band (1870), S. 7 ff.) geht auf die Witterungsbeobachtungen noch näher ein, indem u. a. für mehr denn zwei Monate der stündliche Luftdruck zwischen 9 Uhr vormittag und 10 Uhr nachmittag notiert wird. Abgesehen davon liegt hier nur eine etwas weiter ausgeführte Umarbeitung des betreffenden Abschnittes aus dem ersten Bande des Reisewerkes vor.

2) H. Schlagintweit, Notiz über Herrn v. Bibras Beobachtungen der Meerestemperatur im Atlantischen und Stillen Ozean, (Poggendorffs) Annalen der Physik und Chemie, 84. Band (1851), S. 583 ff.

3) Die Originalzahlen sind Reaumur-Grade; dieselben wurden hier in solche der Celsius-Skale umgerechnet.

4) v. Bibra, Untersuchung von Seewasser des Stillen Meeres und des Atlantischen Ozeans (Liebig-Woehlers), Annalen der Chemie und Pharmazie, 77. Band (1851), S. 90 ff. Je fünf Proben des analysierten Seewassers stammten aus dem einen und anderen Meere.

5) Unter diesen wollen wir nur ein paar hier namhaft machen: Peschel-Leipoldt, Physische Erdkunde, 2. Band, Leipzig 1885, S. 2; v. Boguslawski

einer Tiefe von 12 Fufs; das Fläschchen wurde, nachdem es durch Herausziehen des Stöpsels gefüllt war, rasch heraufgezogen. Für gröfsere Tiefen wurde vorgeschlagen, die Flasche mit fest aufgesetztem Korkpfropfen einzusenken, weil bei stärkerem Drucke das Wasser durch jenen hindurch in das Gefäfs eindringe. Jod, Eisen und Kieselerde war der geübte Chemiker niemals quantitativ nachzuweisen imstande, obwohl sich deren Vorhandensein durch unverkennbare Spuren verriet. Chlor- und Bromnatrium fehlten niemals, und der Gehalt an letzterem war ein verhältnismäfsig konstanter. Dafs, der gewöhnlichen Meinung entgegen, an vielen Stellen der südamerikanischen Westküste die See sehr salzreich war, konnte Bibra darauf zurückführen, dafs dort gar keine Süfswasserzuflüsse zur Abschwächung des Salzgehaltes beitragen[1]). Auch wird, was damals noch etwas Neues war, die Überführung wenig genieſsbaren[2]) Meerwassers in Trinkwasser durch Destillation als eine unschwierige Prozedur hingestellt; in der Ansiedelung Tokopilla, die sich in wasserarmer Öde befindet, wurden täglich 500 Gallonen Süfswasser auf solchem Wege gewonnen.

Die tiefen Einblicke, welche Bibra in die Oberflächenbeschaffenheit des Westens von Südamerika hatte thun dürfen, verdichtete er in zwei gröfseren Arbeiten, welche er der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien einreichte. Gegenstand der früher erschienenen[3]) ist ein Küstenstrich, der vor fünfzig Jahren noch der Republik Bolivia angehörte, der aber durch den Friedensschlufs von 1884 an Chile abgetreten werden mufste. Nahe dem Wendekreise gelegen und von einer kühlen, die Regenbildung verhindernden Meeresströmung berührt, liegt die Algodon-Bay bereits im Bannkreise der berüchtigten Wüste Atacama. Hier hielt sich Bibra längere Zeit auf, und da er seine Darlegungen auch durch sehr hübsch ausgeführte, farbige Tafeln erläutert hat, so sind dieselben wirklich recht belehrend für den, der sich mit der Landesnatur vertraut machen will.

Eine neue Gesteinsbildung wurde uns näher gebracht durch Schilderung der den Abbildungen zufolge äufserst merkwürdigen, spitzen Grünsteinhöcker, die in jener Bucht den schmalen Küstenstreifen und das seichte Uferwasser erfüllen und sich genau wie künstlich geformte Heuhaufen aus-

---

Krümmel, Handbuch der Ozeanographie, 1. Band, Stuttgart 1882, S. 127; Günther, Handbuch der Geophysik, Abt. VI, Kap. 3. Erst Forchhammers berühmte Arbeit über Chemie des Salzwassers vom Jahre 1864 führte uns wieder eine Stufe höher hinauf.

1) Auch ein sekundäres Moment wird hervorgehoben. Wenn der Sturm die Brandungswoge peitscht, so dafs sie über die Küstenriffe hinwegschlägt, so verdunstet rasch das Wasser, und dünne Salzlagen bedecken die Klippen. Das Salz wird von der Rückströmung wieder hinweggewaschen und dem Besitzstande des Meeres aufs neue einverleibt; Salz geht nur in ganz geringer, flüssiges Wasser in weitaus gröfserer Menge verloren.

2) Bibra hatte sich daran gewöhnt, aus medizinischen Gründen alltäglich ein kleines Glas Meereswasser zu trinken, und das bekam ihm sehr gut.

3) v. Bibra, Die Algodon-Bay in Bolivien, Wien 1852 (Aus den Denkschriften der Akademie der Wissenschaften).

nehmen[1]). Die Trockenheit des Landes ist eine aufserordentliche; seit der «letzten Hebung» der Küste könne es nicht mehr geregnet haben. Schutthalden und Blockmeere sind trotzdem vorhanden; ob Bibra, der eben noch ganz in den Anschauungen der Schule L. v. Buchs wandelte, recht hat, wenn er für die Entstehung solcher Gesteinshaufen mehr die Erdbeben als die Verwitterung verantwortlich macht, wird man heute bezweifeln dürfen, »So erklären sich«, schreibt er[2]), »auch ohne meteorisches Wasser und ohne Bergströme die Masse von Fragmenten jeder Gröfse, die die Abhänge der Berge bedecken und die Schluchten zum Teile ausfüllen, welche später, dem Gesetze der Schwere folgend, sich aus den engen Thälern und Schluchten gegen die Küste ausbreiteten.« Eigentliche Verwitterungserscheinungen sehe man kaum. Zu Bibras Zeiten kannte man eben noch nicht die Gesetze der Wüstenbildung[3]) und den Umstand, dafs die Bestrahlung körniger Massengesteine, wie sie an der Algodon-Bay anstehen, infolge ungleicher Ausdehnung und Zusammenziehung der Bestandteile den festesten Fels im Zusammenhange lockert und grofse Stücke unter lautem Krachen zum Abbröckeln bringt. Jedenfalls geben uns Bibras Aquarelle ein sehr klares Bild von der Landschaft mit ihren Trümmerfeldern[4]). Die Mitwirkung der Absonderungsklüfte, welche zumal beim Granit den Zerfall vorbereiten und unterstützen, ist richtig erfafst worden.

Nach unserer Vorlage wäre für diesen Küstenteil diejenige Art von Vertikalverschiebung anzunehmen, welche man als oszillatorisch zu bezeichnen pflegt. Einer anfänglichen Senkung sei eine spätere Hebung nachgefolgt. Als Beweis dafür wird die Einbettung einer schmalen Salzschicht zwischen zwei derartig getrennte Bänke angeführt; dieses Salz könne doch nur ein Residuum des Meerwassers sein. Allerdings sei dessen chemische Zusammensetzung eine abweichende, insofern zumal das Chlormagnesium

1) «Diese spitzen, dunklen Kegel gewähren, in einiger Entfernung gesehen, einen eigentümlichen Anblick. Man glaubt Gegenstände der Kunst zu sehen, wunderliche Baureste vergangener Geschlechter oder zum mindesten Zeugen von Agrikultur. Aber das Fernrohr und später die gröfsere Nähe der Küste belehrt uns eines besseren.« An kleine Quellkuppen wird man wohl schwerlich denken dürfen; wahrscheinlich sind diese »Cerros« ein Denudationsrest, in ihrer Art den Erdpyramiden und dem Büfserschnee der argentinischen Anden vergleichbar, indem nur die Masse, aus welcher zerstörende Kräfte das verbindende Gestein herausbeizten, nicht eine weiche, leicht zu zerstörende, sondern eine widerstandsfähigere Vulkanbildung war, die im Laufe der Jahrhunderte doch ebenfalls so stark mitgenommen wurde, wie man es heute sieht.

2) A. a. O., S. 3ff.

3) Vgl. z. B. Günther, a. a. O., Abt. VIII, Kap. 5. Die »Cerros« sind vollkommene Analoga der »Zeugenberge« der afrikanisch-arabischen Wüstenterritorien.

4) Übrigens war er sich wohl bewufst, dafs es in heifsen Ländern auch eine spezifische Art der Verwitterung gäbe. Ganz zutreffend erkannte er, dafs auf der Schattenseite eines Berges die Auflösung niemals so weit, wie an den besonnten Stellen, vorgedrungen sei. In der Umgebung von Rio de Janeiro wurde der anstehende, noch feste Granit mit einer Verwitterungsrinde von mehreren Fufs Mächtigkeit bedeckt gefunden (Reisewerk, 1. Band, S. 118ff.), welche ein gewöhnlicher Stock anstandslos durchdrang.

ganz weggeschafft sei, mutmafslich durch Auslaugung in einer Zeit, die noch nicht, wie die gegenwärtige, der atmosphärischen Befeuchtung gänzlich entbehren mufste. Auch sonst glaubte Bibra Anzeichen dafür aufgefunden zu haben, dafs es einmal Quellen und fliefsendes Wasser hierlands gegeben haben müsse. Denn während die Mehrzahl der umherliegenden Blöcke durch ihre Scharfkantigkeit darauf hinweist, dafs sie niemals im Wasser fortgewälzt wurden, gibt es auch andere, mit abgerundeten Ecken, die einen Beleg für das Gegenteil abgeben. Nahe bei der obengenannten Ortschaft Tocopilla kann man ein altes Flufsbett unterscheiden. Und thatsächlich existieren in der Nachbarschaft auch noch zwei perennierende Quellen, eine ganz schwache und eine stärkere[1]), freilich in einer Höhe von 1200 Fufs gelegene, um die herum auch eine ganz kräftige Vegetation sich ansiedelte[2]). Es sei hier, wo von Höhenkoten gesprochen wird, bemerkt, dafs Bibra zu den Pionieren des Höhenmessens mit dem Aneroide gehört. Wenn er die Erwartung ausspricht, dieses Instrument — er hatte ein Exemplar der Firma Lerebours-Sécretan (Paris) bei sich — werde in der Ausstattung des Forschungsreisenden noch einen wichtigen Platz einnehmen, so hat er sich damit, wie wir längst wissen, als guter Prophet bewährt. An seinem Federbarometer stellte er die überaus grofse Regelmäfsigkeit der Luftdruckschwankungen fest, die für die Tropenregion so charakteristisch ist.

Einige weitere bemerkenswerte Wahrnehmungen Bibras an der Atacama-Küste beziehen sich auf die Wasserfärbung[3]), auf ungewöhnliche Lichterscheinungen in der Atmosphäre[4]) und auf das angebliche Leuchten der Krater[5]). Auch Fauna und Flora wurden von ihm nicht unbeachtet ge-

1) v. Bibra, Die Algodon-Bay, S. 20 ff.

2) Dafs es dort oben regnen mufs, ist einleuchtend; woher sollte aufserdem die Quelle ihr Wasser beziehen? Jene Nebel also, welche die höheren Gipfel des Küstengebirges nicht selten einhüllen, und welche Bibra, zusammen mit reichlichem Tau, als den einzigen Vertreter der Hydrometeore gelten lassen will, lösen sich offenbar hie und da in ausgiebige Niederschläge auf, die nur niemals tiefer herabreichen.

3) Das seichte Wasser der Bay war (a. a. O. S. 24 ff.) grün, weiter aufsen tiefblau. Ganz gewifs war eben ersteres reicher an organischen Beimengungen.

4) Manches, was erzählt wird und zweifellos glaubhaft ist, kann man nicht recht erklären, wie z. B. die eigentümliche Spiegelung an der bolivianischen Küste (Reisewerk, 2. Band, S. 222 ff.). Hingegen ist das »Wasserziehen nach dem Gegenpunkte«, welches Bibra so sehr auffiel, und dessen er jedenfalls als einer der ersten Erwähnung thut, jetzt eine sehr wohl bekannte Sache (Günther, a. a. O., Abt. V, Kap. 3).

5) In weiter Entfernung soll man über den Bergen ein schwaches Aufzucken wahrnehmen, dem Wetterleuchten ähnlich und doch nicht mit ihm zu verwechseln. Meyen (Reise um die Erde, 1. Band, Berlin 1835, S. 349 ff.) hatte die Nachricht von einem mit Detonation verknüpften Aufleuchten der Vulkane nach Europa gebracht, und K. F. Naumann (Lehrbuch der Geognosie, 1. Band, Leipzig 1858, S. 121 ff.) legte sich diese neue Beobachtung in der Weise zu recht, dafs ein periodisches Aufblitzen der Lava statthabe, »ohne dafs eine eigentliche Eruption stattfindet.« Dies war auch die Anschauung Bibras. Allein gerade in der Richtung, wo er das Licht sah, liegen gar keine aktiven Vulkane; der Aconcagua, den er nennt, heifst zwar bei den Eingeborenen »el volcan«, hat aber diese Eigenschaft, wenn er sie je besafs, längst verloren.

lassen[1]), ebensowenig wie die Menschheit, welche in vorgeschichtlicher Weise auf diesem — damals noch kaum so unwirtlichen — Strande hauste. Verschiedene Gräberfunde, Skelette in hockender Stellung u. a., verhalfen zu dem triftigen Schlusse[2]), dafs diese Ureinwohner der Aymará-Rasse vom Titicaca-See angehört haben.

In der zweiten der beiden vorgenannten, in Wien gedruckten Arbeiten[3]) hat sich Bibra das mittlere Chile und dessen Schilderung vom naturwissenschaftlichen Standpunkte aus zum Ziele gesetzt. Nachdem er die geognostische Struktur der Berge nächst Valparaiso beschrieben und eines eigentümlichen Überganges von Granit in Gneis erwähnt hat, sucht er durch die Existenz gehobener Muschelbänke das Ansteigen der Küste wahrscheinlich zu machen. Dafs er die Anden als Resultat eines gewaltigen Hebungsprozesses auffafst, ist nur natürlich[4]), denn nur ganz schüchtern und gelegentlich wagte sich in jenen Tagen eine andere Deutung des Wesens der Gebirgsbildung hervor. Im übrigen darf das geologische Gemälde, welches er von dem riesigen Hochgebirge entwirft, dessen Vertikalerhebung er anfänglich kaum recht begreifen konnte[5]), ein naturwahres und lebensvolles heifsen. Mit Genugthuung hebt er hervor, dafs die Neuspanier sich von einer Moränenlandschaft ganz dieselbe Vorstellung gebildet haben, die soeben in Europa, dank den Bemühungen der Glazialgeologen, Boden zu gewinnen sich anschickte[6]). Weiter wollen wir aufmerksam machen auf die

1) v. Bibra, Die Algodon-Bay, S. 32 ff.

2) Ebenda, S. 36 ff.

3) v. Bibra, Beiträge zur Naturgeschichte von Chile, Wiener Denkschriften, Mathem.-Naturw. Klasse, 1853, II, S. 73 ff.

4) A. a. O., S. 91 ff.; Reisewerk, 2. Band, S. 29 ff. Wir zitieren wörtlich einige Sätze, die übrigens in packender Weise den Hergang ausmalen, wie er sich einen gläubigen Jünger des »heroischen« Zeitalters der Geologie (v. Zittel, Geschichte der Geologie und Paläontologie bis Ende XX. Jahrhunderts, München-Leipzig 1899, S. 76 ff.) darstellte. »Im allgemeinen mufs ich wiederholen, was ich schon früher ausgesprochen, dafs das Ganze den Eindruck macht einer unendlichen Menge der verschiedenartigsten Formen von Porphyren, Doleriten, Dioriten, Melaphyr- und Trachytgebilden nebst allen Verwandten ihres Stammes, welche wild über- und durcheinander aus der Tiefe emporgeschoben worden sind, sich teilweise durchdrungen haben, teilweise wieder zusammengestürzt oder durch furchtbare Erschütterungen gespalten worden sind, während aus diesen Spalten neue Massen hervordrangen, welche stellenweise wieder ein ähnliches Schicksal erlitten.« Rein morphographisch kann die Korrektheit dieses Bildes auch ein Anhänger der Schrumpfungstheorie anerkennen.

5) Reisewerk, 1. Band, S. 248.

6) Ebenda, 2. Band, S. 32. »Hoch oben auf dem Gebirge, wo schon zwanzig bis dreifsig Fufs hoher fester Firnschnee lag, habe ich eine Moräne getroffen, welche ein wahres mineralogisches und geologisches Kabinett der Umgegend bildete; diese Moräne war indessen noch ziemlich weit vorgeschoben in die jetzt nicht mehr mit immerwährendem Schnee bedeckte Region und gab Zeugschaft von der Richtigkeit der Theorien, die unsere Geognosten aufgestellt haben. Ich fragte den einen der Knechte, wie diese Menge von Steinen wohl dorthin gekommen sei, und er gab mir zur Antwort: »Das thut der Schnee«. Mit Vergnügen hörte ich im fernen Lande und aus dem Munde eines einfachen Mannes die Bestätigung der Ansichten unserer

Charakteristik der Bay von Corral[1]), auf den Abschnitt über das schon früher gerne betrachtete Tierkreislicht[2]), in dessen halber Höhe gewöhnlich zwei helle, mit den Magellan'schen Wolken zu vergleichende Flecke aufleuchten, und auf den aus guten Quellen geschöpften klimatologischen Versuch[3]). Botanik und Zoologie werden, wesentlich deskriptiv, recht ausführlich behandelt, indem namentlich die Schmetterlinge einläfsliche Erörterung finden[4]). Im ethnographischen Teile verweilt Bibra längere Zeit bei dem Araukanern[5]), mit denen ihm ein kurzer Aufenthalt in Valdivia einige Bekanntschaft zu schliefsen vergönnt hatte.

So viel von der amerikanischen Reise und deren geographischen Errungenschaften. Zur Beschäftigung mit dem Phänomen des Blitzes[6]) veranlafste ihn jene nicht, denn Chile kennt, wie er ausdrücklich anmerkt, Gewitter, wenigstens aufserhalb der Kordillere, so gut wie gar nicht, und höchstens die Umfahrung von Kap Hoorn machte eine Ausnahme von der sonst überall obwaltenden Regel. Eine merkwürdige Beobachtung, die er am 10. Januar 1863 in Nürnberg machte, bewog ihn vielmehr, eine derartige Mitteilung in der Öffentlichkeit zu machen[7]). Während eines heftigen Wintergewitters sah er nämlich über dem nicht ganz 80 m hohen Südturme der Lorenzkirche »eine Doppellinie von Funken oder besser von Feuerballen, die eine derselben rot, die andere violett, beide vom Turmknopfe des südlichen Turmes bis an die Wolke reichend«. Diese allerdings auffallende Ausströmungserscheinung konnte ein paar Sekunden lang gesehen werden. Wir müssen heute annehmen, dafs eine Art von Perlblitz[8]) in mitte lag.

Geologen.« Man erinnert sich (Günther, Geschichte der anorganischen Naturwissenschaften im XIX. Jahrhundert, Berlin 1901, S. 316), dafs der Ingenieur Venetz durch eine Unterhaltung mit dem Walliser Gebirgsjäger Perraudin, der harmlos die Volksmeinung zum besten gab, zur ersten Konzeption jener eiszeitlichen Hypothese geführt wurde, an deren Richtigkeit heute nur noch selten gezweifelt wird.

1) v. Bibra, Beiträge etc., S. 99 ff.

2) Ebenda, S. 112 ff.

3) Genaue Mitteilungen hierüber verdankte Bibra einem neu gewonnenen Freunde, dem Professor Domeyko (1802—1889) in Santiago (Reisewerk, 2. Band, S. 117 ff.), einem geborenen Russen, aber um die chilenische Landeskunde und insbesondere um die Vulkanologie hochverdienten Manne. Von einem deutschen Arzte, Dr. Ried in Valparaiso, erhielt unser Reisender auch (ebenda, 2. Band, S. 255 ff.) Angaben über die Meteorologie der Wüste Atacama, aus denen sich ergibt, dafs dieselbe, bekanntlich die einzige in ganz Südamerika, ihren Namen mit vollem Rechte trägt.

4) Beiträge etc., S. 113 ff. Eigentümlich berührt es, dafs noch gar kein Unterschied zwischen Amphibien und Reptilien gemacht wird.

5) Ebenda, S. 134 ff.

6) Diese sehr bemerkenswerten Aufsätze sind leider zu wenig in die Öffentlichkeit gedrungen. Erwähnung finden sie bei Hellmann (Repertorium der deutschen Meteorologie, Leipzig 1883, Sp. 45).

7) v. Bibra, Über einen merkwürdigen Blitzschlag, Gaea, 5. Band (1869), S. 324 ff.

8) Die Perl- oder Rosenkranzblitze sind erst in jüngster Zeit von Meteorologen und Physikern in ihrer Besonderheit gehörig gewürdigt worden (vgl. Planté-Wallentin, Untersuchungen über Elektrizität, Wien 1886, S. 165 ff.).

Als dann am 27. April 1870 wieder ein Blitz in ein Nürnberger Privathaus einschlug, ohne jedoch zu zünden, lieferte Bibra[1]) eine Beschreibung des launenhaften Weges, den das elektrische Fluidum innerhalb des Gebäudes genommen hatte, indem er zugleich auf den weitbekannten Turmbrand vom 6. Januar 1865 anspielte und die Art der Durchbohrung einer dünnen Platte durch den Funken studierte.

Das beschränkte Thema dieser Skizze kann hiemit als erledigt angesehen werden. Ausgehend von einer nur ganz aphoristisch gefafsten Übersicht über Ernst v. Bibras Wirksamkeit in den wissenschaftlichen Disziplinen, denen seine Lebensarbeit vorwiegend galt, haben wir umfassender die Dienste zu kennzeichnen gesucht, die er auch der Geographie leistete, nachdem die Berührung mit fremden Meeren und Kontinenten ihn ganz unwillkürlich auf diesen Weg hinübergeleitet hatte. Gerade als Chemiker war er hiezu berufen; seine Wasser- und Gesteinsanalysen füllten vorhandene Lücken aus, und das am Experimentiertische erlangte Geschick zum scharfen Verfolgen des Verlaufes von Naturereignissen verliefs ihn auch bei anderen Aufgaben nicht. So haben wir denn auch vollkommenes Recht, ihm unter den Pionieren der wissenschaftlichen Erforschung Südamerikas neben anderen hochgeachteten Trägern deutscher Namen — Martius, Schomburgk, Poeppig u. a. — eine Stelle anzuweisen. Die Thatsache selbst ist der neuesten Zeit etwas aus dem Gedächtnis gekommen gewesen, und so war es nur eine Ehrenpflicht, am Jubelfeste der Gesellschaft das Andenken eines der tüchtigsten Mitglieder, deren sie sich jemals rühmen durfte, gebührend zu erneuern.

1) v. Bibra, Über den Blitz, Gaea, 6. Band (1870), S. 802 ff.

Die

Isopoden Süddeutschlands und Tirols.

Von

Dr. L. Koch.

In meinem hohen Alter, nachdem ich fast das ganze Leben hindurch meine schul- und berufsfreien Stunden dem Dienste der Naturwissenschaft gewidmet, trete ich mit einer Arbeit über die Isopoden noch einmal in die Öffentlichkeit. Ich habe jederzeit diesen Tierchen meine Aufmerksamkeit zugewendet, obwohl sie weder in ihrer Lebensweise und der Art ihrer Entwickelung ganz besondere Eigentümlichkeiten noch irgend welche Kunstfertigkeiten für ihren Schutz und die behagliche Einrichtung ihres Daseins zeigen; dies dürfte auch der Grund dafür sein, dafs sie im Allgemeinen nur wenig Beachtung gefunden haben. Bei Gelegenheit meiner Reisen, besonders in Tirol habe ich davon gesammelt, was sich mir geboten; leider mangelt mir das Beobachtungsmaterial über die vertikale Verbreitung der Asseln in den höheren Regionen der Alpen und kann deshalb nur das Vorkommen derselben bis ca. 7000′ konstatieren. Ich glaube übrigens nicht, dafs diese Tierchen viel höher, als die Baumgrenze reicht, noch existieren können, da sie dort nicht mehr die für sie nötige Nahrung finden werden.

Durch die freundliche Vermittelung meines hochverehrten Freundes, des Herrn Oberstudienrates und Professors Dr. Kurt Lampert, erhielt ich das in Württemberg gesammelte und wichtige Material aus dem kgl. Naturalienkabinet in Stuttgart zur Bearbeitung, wofür ich meinen wärmsten Dank ausspreche.

Da die Beiziehung der vollständigen Zahl der Citate und Synonyme den Umfang dieser Arbeit, als einer Festschrift, zu sehr erweitert hätte, mufste ich mich auf die Anführung des Begründers der betreffenden Arten und jener Werke, welche das Vorkommen derselben innerhalb des bearbeiteten Gebietes erwähnen, beschränken.

Aus Süd-Deutschland und Tirol sind bis jetzt 53 Arten bekannt, nämlich von der Gattung Armadillidium 1, Cylisticus 1, Porcellio 20, Metoponorthus 3, Platyarthrus 1, Oniscus 7, Philoscia 3, Trichoniscus 2, Haplophthalmus 1, Ligidium 1 und Asellus 2.

Als maſsgebend für die Bestimmung der Arten mittels der Loupe sind folgende Körperteile der Isopoden zu beachten:

Der Kopf — Form, Umrandung, Beschaffenheit der Fläche (Wölbung, Granulation, Furchen), bei einzelnen Gattungen noch besonders die Fortsätze des Vorderrandes.

Die Ocellen, ob einfach oder zusammengesetzt, bei letzteren die Form und Wölbung des Hügelchens, welches sie bilden, die Entfernung von der Vorderrandsecke des Kopfes.

Die äuſseren Antennen, ob gefurcht, kantig oder stilrund, die Längenverhältnisse der Glieder gegenseitig und zum Flagellum (Fühlergeiſsel); an letzterem die Zahl der Glieder und deren Länge. Die inneren Antennen sind schwer zu erkennen und daher für die Bestimmung der Arten nicht immer zu verwerten. Bei den Armadilloiden kommt noch das Tuberculum antennarum, die meist muschelförmige Umrandung des Basalgliedes der äuſseren Antennen in Betracht.

Die Körpersegmente; die Skulptur der Oberfläche, die Form der Ränder (Einbuchtungen etc.); die Epimeren — freien Endungen der Segmente nach ihrer Form, Gröſse und Fläche.

Die fünf ersten Schwanzsegmente wie bei den Körpersegmenten; bei dem fünften dessen Länge im Verhältnis zum Analringe, bei diesem die Form (namentlich auch ob eben, gewölbt oder gefurcht), und das Verhältnis der Länge zur Breite.

Bei den äuſseren Anhängen der Analbeine deren Längenverhältnis zu dem Analringe und die Form des Endgliedes; dasselbe gilt auch von den inneren Anhängen, bei welchen auch noch die Behaarung in Betracht zu ziehen ist.

Onisciden.

Körper mehr weniger gewölbt, mit 7 Segmenten, von denen das vorderste den Kopf meist groſsenteils umschlieſst, das letzte tief ausgeschnitten ist. Der Schwanz hinten allmählich verschmälert, mit 6 Segmenten; die beiden ersten derselben den Seitenrand nicht erreichend, die drei folgenden mit freien Epimeren; das Analsegment ohne Epimeren, aus breiter Basis hinten mehr weniger spitz endend, ganz gerundet oder abgestutzt. Die fünf vorderen Analbeine blattförmig, mit ihren Hinterrändern sich deckend, zum Teil mit Tracheen versehen; das letzte Analbein zeigt zwei Anhänge, einen äuſseren zwischen dem Ende des fünften Schwanz-

segmentes und dem Analringe und einen inneren unter diesem, meist von zylindrischer Form. Die äufseren Antennen mit 2—vielgliedrigem Flagellum, frei hervorstehend, die inneren verkümmert, sehr klein, an der Unterseite des Kopfes. Die Mandibeln am Ende mit kräftig chitinisierten, dunkel gefärbten Zähnen. Die Onisciden leben auf dem Lande. —

Das Flagellum mit weniger als 8 Gliedern:

Armadilloiden. Die äufseren Anhänge der Analbeine platt oder leicht gewölbt; Tubercula antennaria vorhanden; die Tiere vermögen sich vollkommen zu rollen.

Die äufseren Anhänge der Analbeine schmal, leicht gewölbt, der Analring in den Seiten mehr weniger eingebuchtet:
Armadillo Latr.

Die äufseren Anhänge der Analbeine grofs, oval oder spatelförmig, zuweilen trapezoidal; der Analring in den Seiten ohne Einbuchtung:
Armadillidium Brandt.

Oniscoiden. Die äufseren Anhänge der Analbeine lang, das Endglied derselben schmal, lanzet- oder spitzeiförmig, den Analring überragend; Tubercula antennaria nicht vorhanden.

Das Flagellum zweigliederig:

Augen fehlen, ebenso Tracheen; das erste Glied des Flagellum sehr klein kaum erkennbar.
Platyarthrus Brandt.

Augen und Tracheen vorhanden, erstere zahlreich, zusammengesetzt:
Die vordersten Segmente am Hinterrande seitlich eingebuchtet:
Körper flach gewölbt, gekörnt, kein Rollvermögen:
Porcellis Latr.
Körper stark gewölbt, glatt, unvollkommenes Rollvermögen:
Cylisticus Schnitzl.

Die vordersten Segmente am Hinterrande seitlich nicht eingebuchtet:
Metoponorthus Budde Lund.

Das Flagellum dreigliederig:

Nur ein Auge beiderseits, Oberfläche gerippt:
Haplophthalmus Schöbl.

Augen zahlreich, zusammengesetzt:
Die Körperoberfläche glatt:
Philoscia Latr.
Die Körperoberfläche gekörnt oder höckerig:
Oniscus Latr.

Augen in geringer Anzahl, einfach oder ganz fehlend, das Flagellum 2 bis 7gliederig:
Trichoniscus Brandt.

Das Flagellum mit 8 oder mehr Gliedern:
Ligidium Brandt.

Aselliden. Das Flagellum vielgliederig (40—50 Glieder); beiderseits drei Ocellen; erstes Beinpaar verdickt, mit einer Greifklaue; die Analsegmente zusammen eine grosse, breite Platte bildend; leben im Wasser. Nur eine Gattung:
Asellus Geoffr.

Armadillidium Brandt.

Die Körpersegmente mit zerstreuten Körnern:

Der Oberrand des Epistoma mit dem Seitenrande einen stumpfen oder rechten Winkel bildend:

Der Oberrand des Epistoma mit dem Seitenrande einen stumpfen Winkel bildend:

depressum Brandt.

Der Oberrand des Epistoma mit dem Seitenrande im rechten Winkel stehend:

nasatum Budde Lund.

Der Oberrand des Epistoma mit dem Seitenrande einen spitzen Winkel bildend:

Kleine Art (10—13 mm), der Analring kürzer als breit, hinten breit abgestutzt:

versicolor Stein.

Gröfsere Art (14 mm), der Analring so lang als breit, hinten verschmälert und gerundet:

albifrons nov. spec.

Die Körpersegmente glatt, eingestochen punktiert:

Der Vorderrand des Kopfes beiderseits mit einem ohrenähnlichen, aufrechten Fortsatze:

petraeum nov. spec.

Der Vorderrand des Kopfes ohne erhöhten Fortsatz:

Der Analring halbkreisförmig:

pulchellum Zeuck.

Der Analring gegen das Ende allmählich verschmälert:

Der Analring am Ende scharfspitzig:

riparium nov. spec.

Der Analring am Ende breit gerade abgestutzt:

vulgare Latr.

Der Analring am Ende mehr weniger gerundet:

Die Epimeren des ersten Körpersegmentes unten mit einer, öfter nicht scharf ausgeprägten Längsfurche:

opacum C. Koch.

Die Epimeren des ersten Körpersegmentes unten nicht gefurcht:

Ocellenhügel von der Vorderrandsecke des Kopfes entfernt:

Oliveti nov. spec.

Ocellenhügel dicht an der Vorderrandsecke des Kopfes:

Kopf fein querrunzelig, kleine Art (6—7,5 mm), Ocellenhügel grofs:

pictum Brandt.

Kopf nur punktiert, gröfser (14—17 mm), Ocellenhügel klein, rund:

decipiens Brandt.

Armadillidium depressum Brandt.

Armadillidium depressum Brandt Consp. Monogr. Crust. oniscod. 24. 8.
Armadillidium depressum Budde Lund Crust. Isop. terr. p. 63.

Hoch gewölbt, matt glänzend, deutlich aber nicht sehr dicht eingestochen punktiert; an den Körpersegmenten neben der Rückenwölbung beiderseits beulenartige, durch glatte, nicht punktierte Längsstreifchen gebildete Erhöhungen; oben und in den Seiten, auch an den Epimeren und den Schwanzsegmenten zerstreute Granula.

Der Kopf im Verhältnis zur Breite kurz, weitschichtig eingestochen punktiert, mit flachen, glatten, nicht punktierten, verschieden geformten Erhöhungen, hinten und seitlich kaum merkbar gerundet.

Der Ocellenhügel lang, nierenförmig, von der Vorderecke des Kopfes weniger als in seinem Längsdurchmesser entfernt.

Das Epistoma den Kopfrand stark überragend, der Vorderrand mit dem Seitenrande einen stumpfen Winkel bildend, hinten mit scharfer Kante abfallend. Der Vorder- und Aufsenrand der Tubercula antennaria einen rechten Winkel bildend.

Die äufseren Antennen halb so lang als der Körper; das zweite und vierte Glied länger als das dritte; das fünfte so lang als 3 und 4 zusammen. Die beiden Glieder des Flagellum gleichlang.

Von den beiden ersten Körpersegmenten das vorderste am Hinterrande seitlich etwas mehr, das zweite weniger rundlich seicht eingebuchtet.

Der Analring kürzer als an der Basis breit, seitlich kaum eingebuchtet, am stark verschmälerten Ende rundlich abgestumpft.

Die äufseren Anhänge der Analbeine so lang als der Analring, der Länge nach schwach vertieft, am Ende mit leichter Rundung schräg abgeschnitten. Die inneren Anhänge kürzer als der Analring, etwas kantig, kurz behaart.

Länge 21 mm, Breite 10 mm. Nach B. L. 12—16 mm Länge und 6—8 mm Breite.

Grauschwarz, entweder einfarbig oder mit drei Längsreihen gelber Fleckchen; einzelne Exemplare mit unregelmäfsig angeordneten, grofsen und kleineren lebhaft gelben Flecken.

Vorkommen. Diese, die gröfste Art unseres Gebietes, häufig bei Torbole und Riva am Gardasee; auch bei Lovere am Iseosee (Italien) von mir gefunden; — kommt auch noch in einer Höhe von 1200 m bei Bad Ratzes vor.

Armadillidium nasatum Budde Lund.

Armadillidium nasatum Budde Lund Crust. Isop. terr. p. 51.

Stark gewölbt, matt glänzend, sehr fein dicht eingestochen punktiert, an allen Segmenten, doch in den Seiten etwas reichlicher, mit zerstreuten, kleinen Körnern besetzt.

Der Kopf an dem nicht erhöhten Hinterrande nur wenig gerundet, flach gewölbt, etwas dichter als der Körper granuliert, an dem umgeschlagenen Vorderrand beiderseits breit eingebuchtet.

Die Ocellenhügel gewölbt, kantig erhöht, mit ihrem oberen Teile als rechtwinckelige, schmale Platte den Kopfrand stark überragend.

Die Tubercula antennaria schräg nach Aufsen mit abgerundeter Ecke vorspringend, an den Rändern nicht gewulstet. Das dritte Glied der äufseren Antennen kürzer als das zweite, das vierte kaum länger als letzteres; das fünfte fast doppelt so lang als das vierte. Die Glieder des Flagellum zusammen merklich kürzer als das fünfte Glied des Schaftes; beide Glieder gleichlang, zuweilen das erste länger.

Das erste Körpersegment seitlich am Hinterrande tief, fast eckig eingebuchtet; bei dem zweiten und dritten ist die Einbuchtung ganz gering, am vierten, fünften und sechsten ist der Hinterrand gerade, am siebenten zunächst der Rückenwölbung zeigt derselbe eine leichte rundliche Einbuchtung. Die Epimeren an ihrem freien Rande mit schwach erhöhtem Saume.

Die Schwanzsegmente gleich breit, am Hinterrande mit einer Körnerreihe, auf der Fläche einzelne Körner. Die Epimeren mit stumpfen Hinterecken; jene des letzten Segmentes den Analring nicht überragend. Dieser länger als an der Basis breit, an den Seiten nur unmerklich eingebuchtet, hinten stark verschmälert und in abgerundeter Spitze endend.

Die äufseren Anhänge der Analbeine hinten gerundet, vorn sehr verschmälert. Die inneren Anhänge kürzer als der Analring, cylindrisch.

Länge 12—13 mm, Breite 5—6 mm. Nach B. L. 10—13 mm Länge und 4,5—6 mm Breite.

Weifslich gelb, beiderseits der Mittellinie je ein breiter — über den Epimeren ein schmaler, schwarzer Längsstreifen. Die Schwanzsegmente schwärzlich grau, die Epimeren derselben mit einem verwischten gröfseren gelben Flecken; in der Mittellinie öfter ein gelber Längsstreifen. Der Analring und die äufseren Anhänge von der Farbe der Schwanzsegmente; die inneren Anhänge, die Unterseite und die Beine gelblich weifs; die äufseren Antennen hellgrau.

Bisher nur in der Umgebung von Rom, in Mittel- und Südfrankreich gefunden; Dr. J. Milde entdeckte diese Art bei Meran.

Armadillidium versicolor Stein.

Armadillidium versicolor Stein Berl. entomol. Zeitschrift III. 265. 7.
Armadillidium versicolor Budde Lund Crust. Isop. terr. p. 69.

Sehr gewölbt, schmal, wenig glänzend, nicht sehr dicht eingestochen punktiert, auf den Körpersegmenten Querreihen kleiner Körner; die erhöhten Längsstrichelchen wenig deutlich. Der Kopf im Verhältnis zur Breite ziemlich lang, am Hinterrande fast gerade, in den Seiten leicht gerundet, weitschichtig eingestochen punktiert, mit einigen Querreihen kleiner Körner besetzt, in der Mitte des Vorderrandes mit einem Grübchen.

Der Ocellenhügel länglich rund, dicht an der Vorderecke des Kopfes.

Das Epistoma den Kopfrand überragend, oben gerundet, unten mit scharfer Kante endend, mit wenig spitzen äufseren Winkeln. Die Tubercula antennaria fast halbkreisförmig, an den Rändern nicht gewulstet.

Die äufseren Antennen kurz, die halbe Körperlänge nicht erreichend; das vierte Glied beträchtlich länger als das dritte; das fünfte so lang als beide vorhergehende zusammen. Das erste Glied des Flagellum kürzer als das Endglied oder gleichlang.

Das erste Körpersegment seitlich am Hinterrande tiefer, das zweite seichter eingebuchtet.

Der Analring kürzer als breit, mit geraden Seiten, hinten breit rundlich abgestutzt.

Die äufseren Anhänge der Analbeine so lang als der Analring, in der Mitte vertieft; das Endglied rundlich schräg abgeschnitten. Die inneren Anhänge so lang als der Analring, leicht kurz behaart.

Länge 10 mm, Breite 4,5 mm. — 13 mm Länge und 6 mm Breite (B. L.)

Graubraun, mit drei Längsreihen gelblicher Fleckchen, welche sich meist auch auf die Schwanzsegmente fortsetzen; die Epimeren durchscheinend weifslich; die äufseren Antennen grau; die Unterseite, die inneren Anhänge der Analbeine und die Beine weifslich.

Von Stein in Dalmatien gefunden. — Bei Torbole in der Nähe des Gestades am Gardasee.

Armadillidium albifrons nov. spec.

Sehr gewölbt, glänzend, gleichbreit, hinten regelmäfsig gerundet, nicht sehr dicht, äufserst fein und daher schwer erkennbar eingestochen punktiert, ohne erhöhte Längsstrichelchen; an der seitlichen Wölbung der Körper- und Schwanzsegmente zeigen sich vereinzelte, sehr kleine Körnchen.

Der Hinterrand des Kopfes gerade, nach den Seiten in schöner Rundung übergehend; die Fläche eben, ohne irgend welche Erhöhungen, wie der Körper eingestochen punktiert.

Die Ocellenhügel länglich-rund, dicht an den Vorderrandsecken.

Das Epistoma den Kopfrand überragend, der Oberrand leicht gerundet; die Seitenwinkel spitz, der Seitenrand eingebuchtet; unten endet das Epistoma in eine scharfe Spitze.

Die Tubercula antennaria grofs, wenig ausgehöhlt, ohne wulstige Ränder, vorn nach Aufsen eine stumpfe Ecke bildend.

Das vierte Glied der äufseren Antennen ca. $1^1/_2$ mal so lang als das dritte; das fünfte länger als beide vorhergehende zusammen und auch länger als das Flagellum; die Glieder des letzteren gleichlang.

Das erste Körpersegment am Hinterrande seitlich stark —, das zweite weniger tief eingebuchtet; die Hinterrandsecken an beiden abgerundet.

Der Analring so lang als breit, dicht eingestochen punktiert, flach, hinten verschmälert und am Ende abgerundet; die Seitenränder nicht eingebuchtet.

Die äufseren Anhänge der Analbeine mit leicht vertiefter Fläche; am Ende gerade abgestutzt. Die inneren Anhänge platt, kurz behaart, kürzer als der Analring.

Länge 14 mm, Breite 7 mm.

Dunkelbraun; die Epimeren der Körpersegmente am Ende gelblichweifs; über denselben und in der Mittellinie eine Längsreihe gelblichweifser Flecken und zwischen diesen Längsreihen auf jedem Segmente ein gelber Querflecken. An den Schwanzsegmenten in der Mitte je eine gelbe Querbinde. Die Epimeren der sämtlichen Segmente, die Hinterränder der letzten und der Analring schmal gelblichweifs gesäumt; ebenso auch der Kopf; dieser am Hinterrande mit einem gröfseren, dreieckigen, gelben Flecken. Das Dreieck des Epistoma ganz gelblichweifs. Die äufseren Antennen grau. Die Beine und die inneren Anhänge der Analbeine gelblichweifs mit leichtem grauen Anfluge.

Bei Meran von Dr. Milde † entdeckt.

Arm. albifrons unterscheidet sich von Arm. versicolor durch seine bedeutende Gröfse und dadurch, dafs der Analring so lang als breit und nach Hinten stark verschmälert ist; auch fehlen die erhöhten Längsstrichelchen beiderseits an den Körpersegmenten; die Punktierung der letzteren ist viel feiner und die Körnchen daran sind sehr spärlich und zerstreut.

Armadillidium petraeum nov. spec.

Hoch gewölbt, glänzend, dicht fein eingestochen punktiert.

Der Kopf leicht gewölbt, mit geradem Hinterrande; der Vorderrand mit zwei fast senkrecht aufragenden, halbkreisförmigen, blattartigen Fortsätzen, von welchen jeder die halbe Breite des Vorderrandes einnimmt. —

Der Augenhügel länglich, mit fast geraden Seiten; am vorderen und hinteren Ende etwas spitz.

Das Epistoma flach, äufserst fein netzartig, den Stirnrand stark überragend, mit geradem Oberrande und von diesem im stumpfen Winkel in die Seitenränder übergehend, hinten in eine kantige Spitze endend. —

Der Hinterrand der beiden vordersten Körpersegmente in den Seiten seicht, — aber fast winkelig eingebuchtet; alle Segmente, auch jene des Schwanzes an den Epimeren fein erhöht gerändert. — Die drei hinteren Schwanzsegmente gleichbreit.

Der Analring viel länger als breit, mit geraden Seiten; das hintere Ende abgerundet.

Die äufseren Anhänge der Analbeine so lang als der Analring; das zweite Glied länger als das erste, am Ende schräg rundlich abgeschnitten.

Die inneren Anhänge konstant kürzer als der Analring, kurz und dünn behaart.

Die äufseren Antennen halb so lang als der ganze Körper; das vierte Glied des Schaftes halb so lang als das fünfte; das erste Glied des Flagellum wenig länger als das Endglied.

Das tuberculum antennarum mit längerem, geradem Aufsen- und kürzerem Innenrande, welche beide vorn in eine ziemlich scharfe Spitze zusammenlaufen. —

Länge 17 mm, Breite 9 mm.

Schwarzgrau; über die Körpersegmente ziehen sich drei Längsreihen gelber, verschieden geformter Flecken, welche sich auch, wenigstens auf die beiden ersten Schwanzsegmente, fortsetzen; am Hinterrande des Kopfes in der Mitte meist ebenfalls ein gelbes Fleckchen. — Der Kopf und die sämtlichen Segmente am Seiten- und Hinterrande schmal weifs gesäumt. — Die inneren Anhänge der Analbeine, die Unterseite und die Beine lichtgrau; die äufseren Antennen schwärzlichgrau.

Bei Torbole, besonders an dem alten Wege nach Nago, unter den die Olivenbäume schützenden Mauern in grofser Anzahl.

Armadillidium petraeum ist sofort an den grofsen Fortsätzen des Vorderrandes am Kopfe zu erkennen.

Armadillidium pulchellum Zeucker.

Oniscus pulchellus Zeuck. — Panzer 62. 21.

Armadillidium pulchellum Budde Lund Crust. Isop. terr. p. 70.

Armadillo maculatus C. Koch. (Deutschl. Crust. etc. 28. 17.), zweifelhaft; gehört wahrscheinlich nicht zu Arm. pulchellum, da die Beschreibung des Analringes nicht zutrifft und auch die Zeichnung der Segmente eine verschiedene ist.

Sehr gewölbt, glänzend, glatt, weitschichtig fein eingestochen punktiert, gleichbreit, hinten gerundet. —

Der Kopf hinten gerade, in den Seiten gerundet, gewölbt, etwas uneben, weitschichtig punktiert. — Der Ocellenhügel dicht an der Vorderrandsecke, vorn gerundet, hinten spitz, grofs, mehr als $^3/_4$ des Seitenrandes einnehmend.

Das Epistoma dreieckig, mit spitzen Seitenwinkeln, den Kopfrand nicht überragend, wenig gewölbt.

Die Tubercula antennaria oval, mit sehr wenig gewulsteten Rändern.

Die äufseren Antennen kurz, dickgliederig; das vierte Glied nur wenig länger als das dritte; das fünfte so lang als beide vorhergehende zusammen. Das erste Glied des Flagellum viel kürzer als das Endglied.

Das erste Körpersegment seitlich tiefer als das zweite eingebuchtet; die Epimeren kaum bemerkbar erhöht gerandet.

Der Analring viel breiter als lang, gewölbt, halbkreisförmig. Die äufseren Anhänge der Analbeine breit, vorn mit leichter Rundung schräg abgestutzt; das zweite Glied derselben merklich kürzer als das erste. Die inneren Anhänge den Analring nicht überragend, spärlich kurz behaart.

Länge 5 mm, Breite 2,5 mm. Nach B. L. 4,5—5 mm Länge und 2,2—2,5 mm Breite.

Braun, mit vier Längsreihen gelblicher Fleckchen, welche sich auch auf die Schwanzsegmente fortsetzen. Die Epimeren gelblichweifs, jene der Schwanzsegmente mit einem schwarzen Fleckchen. Das letzte Körpersegment ganz braun mit schmal weifs gesäumten Epimeren. Die äufseren Antennen graubraun, die drei ersten Glieder derselben gelblich. Die Unterseite, die Beine und die inneren Anhänge der Analbeine blafsgelb.

Durch ganz Bayern diesseits des Rheins verbreitet; bei Nürnberg (Gritz), im fränkischen Jura (Pommelsbrunn), bei Sugenheim (Mittelfranken) und Seeshaupt (Starnberger See) von mir gefunden. In Tirol habe ich sie nicht beobachtet.

Vorkommen in Württemberg: Dachswald und Hefslach bei Stuttgart, Efslingen, Adelberg (kgl. Naturalienkabinet in Stuttgart).

Das Tierchen lebt im Mulm von Felsenritzen und ist meist, wo es vorkommt, in gröfserer Anzahl beisammen.

Armadillidium riparium nov. spec.

Hoch gewölbt, schmal, gleichbreit, hinten verschmälert gerundet, sehr glänzend, dicht fein eingestochen punktiert, an den Körpersegmenten beiderseits der Rückenwölbung erhöhte, längliche, nicht punktierte Strichelchen.

Der hintere Kopfrand gerade; die Seitenecken stark gerundet, dicht fein eingestochen punktiert, mit ganz kleinen, erhöhten, nicht punktierten Stellen.

Die Ocellenhügel länglich rund, in ihrem halben Längsdurchmesser von den Vorderrandsecken entfernt.

Das Epistoma den Kopfrand kaum überragend, mit leicht gerundetem Oberrande, spitzen Seitenwinkeln und stark eingebuchteten Seitenrändern.

Die Tubercula antennaria rundlich, mit etwas eckig verzogenem, stark gewulstetem Vorderrande.

Das dritte Glied der äufseren Antennen etwas kürzer als das zweite, das vierte nur wenig länger als das zweite; das fünfte so lang als beide Glieder des Flagellum zusammen; an letzterem das erste Glied kürzer als das Endglied.

Das erste Körpersegment seitlich am Hinterrande tiefer — das zweite schwächer eingebuchtet; der Hinterwinkel des ersten spitz. — Die Epimeren sämtlicher Körper- und Schwanzsegmente fein erhöht gerandet.

Der Analring nur wenig länger als breit, hinten in eine scharfe Spitze endend, an den Seitenrändern nicht eingebuchtet; die Fläche nur wenig gewölbt, dicht fein eingestochen punktiert.

Die äufseren Anhänge der Analbeine mit leicht vertiefter Fläche, vorn in geradcr Linie sehr schräg abgestutzt. — Die inneren Anhänge länger als der Analring, gegen das Ende etwas breiter.

Länge 12 mm, Breite 5 mm.

Schwärzlichgrau; in der Mittellinie und beiderseits über den Epimeren eine Längsreihe gelblichweifser Flecken, von gleicher Farbe die erhöhten Strichelchen beiderseits der Rückenwölbung. Die äufseren Antennen grau; die Unterseite und die Beine gelblichweifs, letztere mit grauem Anfluge.

Im Grase an Sträuchern und Baumwurzeln in der Nähe des Strandes bei Torbole am Gardasee.

Armadillidium vulgare Latr.

Armadillo vulgaris Latr. Hist. Crust. VII. 48.
Armadillo trivialis C. Koch Deutschl. Crust. etc. 28. 14.
Armadillidium vulgare Budde Lund Crust. Isop. terr. p. 66.

Stark gewölbt, glänzend, dicht fein eingestochen punktiert. Der Kopf flach gewölbt, nicht sehr dicht punktiert, an dem nicht erhöhten Hinterrande fast gerade.

Der Ocellenhügel schmal länglich, nur in seinem Breitedurchmesser vom Kopfrande entfernt.

Das Epistoma den Kopfrand nur ganz wenig überragend, dreieckig, beiderseits eine scharfe Spitze bildend, flach, mit dem scharfkantigen hinteren Ende stark über die Basalfläche aufragend. Die Tubercula antennaria halbkreisförmig, wulstig gerundet.

Das vierte Glied der äufseren Antennen wenig länger als das dritte, das fünfte meist so lang als die beiden vorhergehenden zusammen, öfter auch länger. Das erste Glied des Flagellum etwas kürzer als das Endglied.

Die Körpersegmente beiderseits der Rückenwölbung mit leicht erhöhten, nicht punktierten Längsstrichelchen; das erste beiderseits am Hinterrande seicht eingebuchtet; die Epimeren fein erhöht gerandet.

Die Schwanzsegmente gleichbreit; der Analring breiter als lang mit schwach eingebuchteten Seiten, hinten breit gerade abgestutzt, die äufseren Anhänge der Analbeine nicht überragend. An den letzteren das erste Glied länger als das zweite, dieses der Länge nach etwas vertieft, am Ende schräg abgestutzt. Die inneren Anhänge nicht länger als der Analring, stark kurz behaart.

Länge 10 mm, Breite 5 mm. Die in Süddeutschland vorkommenden Tierchen erreichen fast nie die von Budde Lund angegebene Gröfse (Länge 14—17 mm, Breite 6—8 mm). C. Koch gibt nur eine Länge von 8—9 mm an.

Dunkelbraun, an den Epimeren leichter gefärbt, oft mit drei Längsreihen bräunlich gelber Fleckchen. Die Strichelchen auf beiden Seiten der Körpersegmente gelblich. Der Randsaum der Epimeren und der Hinterrand der Segmente weifslich. Die äufseren Antennen schwärzlichgrau. Die Beine bräunlichgelb.

Vorkommen: Armadillidium vulgare ist eine über alle Erdteile verbreitete Art. In Norddeutschland zeigt sie sich häufiger; in Bayern wurde sie von C. Koch bei Regensburg, von mir in der Rheinpfalz unter Steinen

in der Ruine Landstuhl, hier in grofser Menge gesammelt; in Württemberg mehr verbreitet; in Tirol habe ich sie bis jetzt nicht gefunden. Ich besitze Exemplare aus Oberitalien und von Columbo.

Bei Warnemünde fand ich diese Art in grofser Anzahl; hier lebt sie in ganz trockenem, heissem Dünensande; die dort gesammelten Exemplare sind meist einfarbig schwarz; nur einzelne zeigen eine Längsreihe gelber Fleckchen in der Mittellinie des Körpers (vielleicht Armadillo convexus C. Koch).

Bei jungen, unausgefärbten Exemplaren ist das Ende des Analringes meist wie bei Armad. decipiens gerundet, bei dem entwickelten Tiere ist dasselbe stets gerade abgestutzt.

Armadillidium opacum C. Koch.

Armadillo opacus C. Koch Deutschl. Crust. etc. 34. 2. 3.
Armadillidium opacum Budde Lund Crust. Isop. terr. p. 296.

Stark gewölbt, fast glanzlos, in den Seiten gleichbreit, hinten regelmäfsig gerundet, äufserst fein eingestochen punktiert und netzartig.

Der Kopf hinten wenig — seitlich stärker gerundet, flach gewölbt. Das Epistoma mit leicht gerundetem Oberrande, welcher deutlich den Kopf überragt, dreieckig, flach, unten mit scharfer Kante abfallend, an den äufseren Winkeln spitzig.

Der Ocellenhügel dicht an der Vorderecke des Kopfes, nach innen an demselben eine flach gewölbte, beulenartige Erhöhung.

Die Tubercula antennaria rundlich, vorn stark verschmälert und fast spitzig; die Ränder sehr wenig gewulstet.

Das vierte Glied der äufseren Antennen ca. $1^1/_2$ mal so lang als das dritte, das fünfte länger als drei und vier zusammen; das erste Glied des Flagellum kürzer als das Endglied.

Die Körpersegmente beiderseits der Rückenwölbung mit flachen, nicht punktierten Längsstrichelchen; das erste in den Seiten am Hinterrande mehr — das zweite sehr wenig eingebuchtet; an der Unterseite der Epimeren des ersten Segmentes eine mehr weniger deutliche Längsfurche.

Die Epimeren fein erhöht gerandet.

Die Schwanzsegmente von gleicher Breite; der Analring kürzer als breit, leicht gewölbt, in den Seiten gerade, hinten gerundet.

Die äufseren Anhänge der Analbeine am Ende gerade schräg abgestutzt; beide Glieder gleichlang; die inneren breit, so lang als der Analring, dicht und lang behaart.

Länge 11 mm, Breite 5 mm. Nach Budde Lund Länge 8—12 mm, Breite 4—5 mm.

Grauschwarz; die Ränder der Segmente, des Kopfes und des Epistoma schmal gelblichweifs; in der Mittellinie der Segmente, zuweilen auch beiderseits eine Reihe gelblicher Fleckchen. — Bei vielen Exemplaren ist die Färbung bräunlichgelb mit braunschwarzen Tüpfelchen mit Fleckenreihen

wie bei den dunkel gefärbten; die Epimeren sind mehr gelblichweifs. — Die Antennen bräunlichgrau. Die Unterseite und die Beine schmutzig gelblichweifs, letztere mit schwachem, grauen Anfluge.

Kommt in ziemlicher Verbreitung in Bayern vor; im fränkischen Jura (Happurg), bei Sugenheim (Mittelfranken), München und Seeshaupt am Starnberger See.

Armadillidium Oliveti nov. spec.

Hoch gewölbt, glänzend, dicht fein eingestochen punktiert. Der Kopf flach gewölbt, wie der übrige Körper punktiert, mit vielen glatten Stellen, am Hinterrande gerade, in den Seiten gerundet.

Der Ocellenhügel vorn gerundet, hinten spitz, von der Vorderrandsecke des Kopfes etwas entfernt.

Das Epistoma den Kopfrand wenig überragend, dreieckig, am seitlichen Ende sehr spitz, flach, der obere Rand gerade, das hintere spitze Ende zu einer Kante seitlich zusammengedrückt.

Das Tuberculum antennarium vorn verschmälert und leicht gerundet; der Vorderrand breit gewulstet. Das dritte Glied der äufseren Antennen beträchtlich kürzer als das vierte; das fünfte ca. $1^1/_2$ mal so lang als das vierte. Die Glieder des Flagellum gleichlang oder das erste unbedeutend kürzer als das Endglied.

Die Körpersegmente beiderseits der Rückenwölbung mit glatten, nicht punktierten, leicht erhöhten Längsstrichelchen; das erste Segment in den Seiten am Hinterrande seicht, aber breitrundlich eingebuchtet. Die Epimeren fein erhöht gerandet. Die Schwanzsegmente von gleicher Breite.

Der Analring etwas länger als breit, schwach gewölbt, hinten stark verschmälert, an der Spitze abgerundet, mit geraden Seiten, die Epimeren des vorletzten Schwanzsegmentes überragend.

Die äufseren Anhänge der Analbeine kürzer als der Analring, am Ende schräg abgestutzt; die inneren Anhänge länger als der Analring, kurz behaart.

Länge 15 mm, Breite 6 mm.

Grauschwarz, meist mit drei Längsreihen gelber Fleckchen, welche sich gewöhnlich auch auf die Schwanzsegmente fortsetzen. Der Kopf, der Hinterrand der Segmente und die Epimeren gelblichweiss gesäumt. Die Längstrichelchen auf den Körpersegmenten graugelb, zuweilen auch hellgelb. Die Antennen und die inneren Anhänge der Analbeine schwärzlichgrau. Die Beine gelblichweiss, stark schwarz gefleckt.

Armadillidium Oliveti kommt in grofser Anzahl unter Steinen an der Wurzel von Olivenbäumen an der alten Strafse nach Nago bei Torbole vor. Diese Art unterscheidet sich von Arm. decipiens Br. durch den stark gewulsteten Randsaum der Tuberc. antenn. und den hinten sehr verschmälerten, an der Spitze gerundeten Analring.

Armadillidium pictum Brandt.

Armadillidium pictum Brandt Consp. Monogr. Crust. oniscodor. 24. 6.
Armadillo pulchellus C. Koch Deutschl. Crust. etc. 28. 16.
Armadillidium pictum B. Lund Crust. Isop. terr. p. 60.

Stark gewölbt, glänzend, nicht sehr dicht, fast nadelrissig punktiert, gleichbreit, hinten verschmälert gerundet; die erhöhten Strichelchen beiderseits der Mittellinie deutlich.

Der Kopf hinten leicht gerundet, äufserst fein querrunzelig und wie der Körper punktiert mit zahlreichen glatten, nicht punktierten Stellen.

Der Ocellenhügel grofs, oval, dicht an der Vorderrandsecke des Kopfes, mehr als die Hälfte der Länge des Seitenrandes einnehmend.

Das Epistoma den Kopfrand überragend, dreieckig mit spitzen Seitenwinkeln, äufserst fein querrunzelig; der Oberrand in der Mitte seicht eingebuchtet, der hintere Winkel nicht scharfkantig, sondern nur leicht erhöht in die übrige Fläche übergehend.

Die Tubercula antennaria grofs, weit abstehend, gerundet, mit wenig gewulsteten Rändern.

Die äusseren Antennen dickgliederig, das dritte Glied kürzer als das zweite; das vierte $1\,^1/_2$ mal so lang als das dritte, das fünfte länger als beide vorhergehende zusammen. Das erste Glied des Flagellum kürzer als das Endglied.

Das erste Körpersegment in den Seiten hinten mehr — das zweite weniger tief eingebuchtet; nur die Epimeren am ersten Körpersegmente fein erhöht gerandet.

Der Analring kaum kürzer als an der Basis breit, gewölbt, nach hinten in geraden Linien verschmälert, am Ende gerundet.

Das zweite Glied der äufseren Anhänge der Analbeine kürzer als das erste, fast gleichbreit, am Ende wenig schräg mit geradem Rande abgestutzt. — Die inneren Anhänge den Analring nicht überragend, spärlich kurz behaart.

Länge 7,5 mm, Breite 3,0 mm. Nach B. L. 6—7,5 mm Länge und 3—3,2 mm Breite.

Schwarzbraun mit vier Längsreihen gelber Fleckchen, von denen die der mittleren zwei Reihen zuweilen halbmondförmig erscheinen; das letzte Körpersegment meist ganz einfarbig; die Epimeren sämtlicher Segmente gelblichweifs mit dunkleren Flecken. Der Analring schwarzbraun; die Antennen grau, die beiden ersten Glieder derselben, die Unterseite, Beine und die inneren Anhänge der Analbeine gelblichweifs.

Unter Steinen und Moos bei Sugenheim (Mittelfranken), Seeshaupt am Starnberger See und in der Umgebung Nürnbergs an der Gritz. Im fränkischen Jura bei Pommelsbrunn. — In Württemberg bei Stuttgart, in der schwäbischen Alb (Teck) und bei Bodmann am Bodensee (königl. Naturalienkabinet in Stuttgart).

Armadillidium decipiens Brandt.

Armadillidium decipiens Brandt. Consp. Monogr. Crust. oniscod. 24. 9.
Armadillidium decipiens B. Lund Crust. Isop. terr. p. 69.

Hochgewölbt, glänzend, gleich breit, hinten regelmäfsig gerundet, sehr fein eingestochen punktiert, an der seitlichen Wölbung mit erhöhten, nicht punktierten Längsstrichelchen.

Der Kopf hinten wenig — an den Seitenecken stark gerundet, wenig gewölbt.

Die Ocellenhügel hoch, sehr klein, fast kreisrund, den Vorderrandsecken ganz genähert.

Das Epistoma den Kopfrand wenig überragend, mit geradem Oberrande, sehr spitzen Seitenwinkeln, an der unteren Spitze in eine scharfe Kante auslaufend.

Die Tuberc. antennar. gerundet, der Vorderrand nur wenig gewulstet.

Die vier ersten Glieder der äusseren Antennen dick, das vierte nur wenig länger als das dritte; das fünfte länger als das dritte und vierte zusammen und als die beiden Glieder des Flagellum; von diesem das erste Glied kürzer als das Endglied.

Das erste Körpersegment hinten seitlich mehr — das zweite und dritte weniger eingebuchtet; die Hinterwinkel des ersten spitz.

Der Analring etwas breiter als lang, in den Seiten nur wenig eingebuchtet, etwas gewölbt, am hinteren Ende gerundet abgestutzt.

Die äufseren Anhänge der Analbeine leicht gewölbt am Ende in gerader Linie schräg abgestutzt. Die inneren Anhänge den Analring überragend.

Länge 13 mm, Breite 6 mm. Nach Budde Lund 14—17 mm Länge und 5,5—7 mm Breite.

Braungrau, gewöhnlich mit drei Längsreihen gelber oder gelblichweifser Fleckchen; die erhöhten Längsstrichelchen der Körpersegemente hellbräunlichgelb; die Epimeren zuweilen ganz gelblich. Die Antennen schwärzlichgrau. Die Beine bräunlich gelb. Es kommen nicht selten Exemplare vor, welche in allen Teilen lichter gefärbt sind.

Vorkommen: im Rhöngebirge (Bayern) nach Budde Lund; bei Meran (Dr. Milde).

Der Ocellenhügel ist bei Arm. vulgare länglich und von der Vorderrandsecke mehr entfernt, die Tuberc. antenn. sind wulstig gerandet; bei Arm. decipiens sind die Ocellenhügel fast kreisrund, den Vorderrundsecken ganz naheliegend; die Tuberc. antenn. sind am Rande nur wenig gewulstet.

C. Koch führt noch folgende, von Budde Lund Crust. Isop. terrestr. p. 62 zu Arm. Zenckerie Brdt. mit einem ? gezogene Art aus unserem Gebiete an:

Armadillidium (Armadillo) variegatum C. Koch Deutschl. Crust. 28, 15 und 36, 2.

In grofser Anzahl unter Mulm an den Abhängen des Schutzfelsens bei Regensburg.

Platyarthrus Brandt.

Platyarthrus Hoffmannseggii Brandt.

Platyarthrus Hoffmannseggii Brdt. Consp. Monograph. Crust. Oniscod. Latr. 12. tab. 4 F. 10.
Itea (Itia) crassicornis C. Koch Deutschl. Crust. etc. 36. 5.
Platyarthrus Hoffmannseggii Budde Lund Crust. Isopod. terrestr. p. 19. 9.

Nieder gewölbt, dem Umrisse nach oval, dicht gröber und feiner, — an den Epimeren aber nur zerstreut gekörnt, der Hinterrand aller Segmente fein gekerbt.

Der Kopf hinten flach gerundet, kaum sichtbar gekörnt, mit gerundet vorgezogenem Vorderrande, über diesem eine Querfurche. — Augen fehlen.

Das Epistoma breit, unten leicht gerundet, mit einer feinen Querleiste.

Der Schaft der äufseren Antennen dickgliederig, fein gekörnt, das vierte Glied etwas länger als das dritte, das fünfte mit crenuliertem, gerundetem Oberrande, gegen das Ende verschmälert, länger als die übrigen Glieder. Das Flagellum spitz kegelförmig; das erste Glied sehr klein, schwer zu erkennen; beide Glieder glatt, glänzend, zusammen merklich kürzer als das fünfte Glied des Schaftes.

Der Hinterrand an den drei ersten Körpersegmenten gerade, jener der übrigen seitlich, — aber nur wenig eingebuchtet; die Hinterecken der drei vorderen recht-, jene der übrigen mehr spitzwinkelig.

Die Schwanzsegmente kurz, mit langen, rückwärts gebogenen, sehr spitzen Epimeren, jene des letzten Segmentes den Analring weit überragend; letzter sehr klein, dreieckig, mit eingebuchteten Seiten, am hinteren Ende spitz.

Das Basalglied der äufseren Anhänge der Analbeine dick, zylindrisch; das Endglied nur wenig länger, spitz konisch. Die inneren Anhänge so lang als das Basalglied der äufseren, dünn, gegen das Ende etwas verschmälert, mit kurzer Endborste.

Länge 3 mm, Breite 1,75 mm. Nach B. L. Länge bis 4 mm, Breite 2,5 mm.

Das ganze Tierchen weifs.

Diese Art kommt in weiter Verbreitung vor, immer in Gesellschaft von Ameisen; C. Koch fand sie bei Regensburg unter Steinen in der Nähe von Teichen; ich selbst sammelte sie nur an trockenen Stellen des fränkischen Jura (Ehrenbürg bei Forchheim und Happurg), in der Ruine Landstuhl (Rheinpfalz) und bei Torbole am Gardasee unter Steinen an der alten Strafse nach Nago. — In Württemberg wurde Platyarthrus Hoffmannseggii bei Neckarsulm, Degerloch (Stuttgart) und Neckarweihingen (Ludwigsburg) gefunden; (Kgl. Naturalienkabinet in Stuttgart).

Porcellio Latr.

Der Analring gefurcht oder wenigstens seicht ausgehöhlt:
Die Glieder des Flagellum gleichlang oder fast gleichlang:
Die Epimeren des letzten Schwanzsegmentes hinten abgerundet:
Tirolensis nov. spec.

Die Epimeren des letzten Schwanzsegmentes hinten spitz:

Kleinere Art (9 mm lang), Oberseite mit flacher, undeutlicher Granulation, drittes Glied der äufseren Antennen mit einem gröfseren Zahn:

cruentatus nov. spec.

Gröfsere Art (12—15 mm) Oberseite grob gekörnt; drittes Glied der äufseren Antennen zahnlos oder mit ganz kleinem Zahn, der Analring mehr weniger ausgehöhlt:

scaber Latr.

Das erste Glied des Flagellum deutlich kürzer als das zweite:

ochraceus C. Koch.

Das erste Glied des Flagellum merklich länger als das zweite:

Der Hinterrand der vordersten Segmente des Körpers seitlich nur wenig eingebuchtet:

Die Schwanzsegmente nur am Hinterrande mit einer Körnerreihe, der Analring der ganzen Länge nach gefurcht, die äufseren Anhänge der Analbeine von gewöhnlicher Gröfse.

laevis Latr.

Die Schwanzsegmente in der Mitte und am Hinterrande mit einer Körnerreihe, der Analring nur schwach ausgehöhlt; die äufseren Anhänge der Analbeine sehr grofs:

Mildei nov. spec.

Der Analring eben oder schwach gewölbt:

Der Analring am Ende gerundet:

conspersus C. Koch.

Der Analring am Ende spitz:

Das Basalglied der äufseren Anhänge der Analbeine so lang als der Analring:

dubius C. Koch.

Das Basalglied der äufseren Anhänge der Analbeine kürzer als der Analring:

Das erste Glied des Flagellum deutlich kürzer als das zweite:

Die Schwanzsegmente ohne Querreihen gröfserer Körner in der Mitte, die hintere Spitze der Körpersegmente nicht heller gefärbt:

confluens C. Koch.

Die Schwanzsegmente in der Mitte mit einer meist auch auf die Epimeren sich fortsetzenden queren Reihe von Körnern; die hintere Spitze der Epimeren der Körpersegmente röthlich oder gelb:

Ratzeburgi Brandt.

Die Glieder des Flagellum gleichlang oder fast gleichlang:

Der Körper mehr als halb so breit als lang:

saltuum nov. spec.

Der Körper halb so breit als lang oder schmäler:
Kopf und Körper mit kleinen Körnern besetzt:
parietinus nov. spec.
Kopf und Körper mit gröfseren Körnern besetzt:
Die Schwanzsegmente ohne Körnerreihen in der Mitte:
Rathkei Brandt.
Die Schwanzsegmente mit Körnerreihen in der Mitte:
Der Kopf nadelrissig punktiert; das Endglied der äufseren Anhänge der Analbeine mit geraden Seiten:
sociabilis nov. spec.
Der Kopf einfach eingestochen punktiert, das Endglied der äufseren Anhänge der Analbeine an der Basis innen gerundet:
cognatus nov. spec.

Porcellio Tirolensis n. spec.

Der Kopf hinten scharf gerandet; die Fläche dicht grob gekörnt; der mittlere Stirnfortsatz vorstehend; gerandet, gegen das vordere Ende schmäler und gerundet. Das Epistoma weitschichtig mit ganz kurzen Borstchen besetzt, die Fläche sehr fein netzartig; die Mittellinie kantig erhöht. Die seitlichen Stirnfortsätze mittelgrofs, der Aufsen- und Innenrand ziemlich gerade, der Vorderrand gerundet.

Der Ocellenhügel innen gerade; Aufsenseite und vorderes Ende gerundet; das hintere Ende spitz.

Das dritte Glied der äufseren Antennen ohne Zahn; das vierte und fünfte gefurcht. Die Glieder des Flagellum gleichlang.

Der Körper mäfsig stark gewölbt; der Vorderrand der Segmente glatt und glänzend, der Hinterrand mit fein gekörntem Saume; die Rückenhöhe feiner — die Seiten gröber granuliert; die Fläche zwischen den Körnern mit kurzen Borstchen besetzt. Der Hinterrand der vorderen Segmente seitlich rund eingebuchtet.

Die Epimeren der Körpersegmente in der Mitte grobgekörnt, am Hinterrande mit einer einfachen Reihe kleiner Körnchen; die Hinterecken aller Epimeren spitz.

Die Schwanzsegmente durch die Mitte und am Hinterrande mit einer Querreihe kleiner Körnchen; erstere Reihe sich noch auf die Epimeren fortsetzend. Die Epimeren des vierten und fünften Schwanzsegmentes hinten gerundet, jene des fünften so lang als der Analring. Dieser so lang als breit, am Ende mit abgerundeter Spitze, der Länge nach breit ausgehöhlt, weitschichtig fein granuliert.

Das Basalglied der äufseren Anhänge der Analbeine kürzer als der Analring, am Ende gerade abgestutzt; das Endglied aus breiter Basis allmählich spitz zulaufend. — Die inneren Anhänge der Analbeine kürzer als

der Analring, gegen das Ende verschmälert, spärlich kurz behaart; Endborste nicht vorhanden.

Die drei hinteren Deckplatten der Analbeine mit geradem, schrägem Hinterrande und an diesem mit feinen Härchen besetzt.

Länge 14 mm, Breite 7 mm.

Einfarbig schwarzgrau; die Unterseite, Beine, die inneren Anhänge der Analbeine und das erste Glied der äufseren Antennen gelblichweifs.

Vorkommen: Südtirol, unter Steinen in einem Kastanienwalde bei Vahrn unweit von Brixen.

Porcellio Tirolensis kann wegen der regelmäfsig gerundeten Epimeren des vierten und fünften Schwanzsegmentes mit keiner der bei uns vorkommenden Arten des Genus Porcellio verwechselt werden.

Porcellio cruentatus n. sp.

Mäfsig gewölbt, in den Seiten des Körpers fast gleichbreit, an den Schwanzsegmenten allmählich verschmälert.

Der Kopf hinten gerundet, mit flachen unregelmäfsig geformten Körnern bestreut, fast geraden Seiten; der Hinterrandsaum leicht erhöht; der mittlere Stirnfortsatz gerundet; die Seitenfortsätze sehr schräg, innen und vorn gerundet, der Aufsenrand gerade.

Ocellenhügel hinten spitz, vorn breit gerundet.

Epistoma mit rundlichem Höckerchen etwas unterhalb der Mitte.

Die ganze Kopffläche ist weitschichtig mit sehr kurzen weifsen Borstchen besetzt.

Das dritte Glied der äufseren Antennen mit deutlichem Zahne, das vierte kantig mit einer Furche längs der Kante; das fünfte gefurcht, ca. $^1/_4$ länger als das vierte. Die Glieder des Flagellum gleichlang.

Die Körpersegmente weitschichtig, wie der Kopf, mit Borstchen besetzt, ganz flach — meist länglich granuliert; die drei vorderen Segmente am Hinterrande beiderseits ziemlich tief rundlich eingebuchtet. — Die Epimeren hinten spitzig, mit unebener Oberfläche.

Die Schwanzsegmente nicht gekörnt; die Epimeren hinten stumpfspitzig, jene des letzten Segmentes kürzer als der Analring.

Das Basalglied der äufseren Anhänge der Analbeine kürzer als der Analring, am Ende schräg abgestutzt.

Das Endglied kurz, aufsen und innen gerundet, in eine sehr feine Spitze endend. — Die inneren Anhänge länger als der Analring, reichlich lang behaart, mit langer Endborste.

Der Analring länger als breit, gefurcht, am Ende stumpfspitzig.

Länge 9 mm, Breite 4,5 mm.

Schwarzbraun, am Körper und Kopf rötlich gefleckt und getüpfelt; über den Epimeren ein rötlicher Längsflecken, beiderseits eine Reihe bildend; die Epimeren mit gröfseren gelben Flecken; die äufserste hintere Spitze

gelb. Die Anhänge der Analbeine und die äufseren Antennen schwärzlichgrau. Die Unterseite und die Beine gelblich, letztere schwärzlich angelaufen.

Bei Sugenheim (Mittelfranken).

Porcellio scaber Latr.

Porcellio scaber Latr. Hist. Crust. Insect. VII. 45.
Porcellio scaber C. Koch Deutschl. Crust. etc. 34. 6, 7.
Porcellio asper C. Koch Berichtig. zu Deutschl. Crust. etc. 207. t. 8 f. 98.
Porcellio scaber B. Lund Crust. Isop. terr. p. 129.

Der Kopf mit meist regelmäfsigen Querreihen von gröfseren Körnern; vor dem mit mehr weniger deutlichen, kleineren Körnchen besetzten erhöhten Hinterrande der Quere nach gefurcht. Das Epistoma leicht gewölbt, zuweilen in der Mitte der Länge nach etwas erhöht.

Der Augenhügel breit, am Aufsen- und Innenrande gerundet, kürzer als der Processus frontalis lateralis.

Der mittlere Stirnfortsatz vorstehend, an dem verschmälerten, fast eckigen Ende etwas abgerundet.

Die seitlichen Stirnfortsätze fast gleichbreit, vorn gerundet.

Das dritte Glied der äufseren Antennen ohne Zahn, höchst selten mit einem kleinen Zähnchen; das vierte und fünfte Glied gefurcht. Das Endglied der Fühlergeifsel entweder so lang als das erste oder nur unbedeutend länger.

Der Körper nicht sehr stark gewölbt, matt, deutlich eingestochen punktiert; auf den Segmenten unregelmäfsige Querreihen grober Körner, welche am Hinterrande nur ein schmales, mit feinerer Granulation besetztes Band freilassen; der Hinterrandssaum mit einer Reihe kleiner Körnchen besetzt. Der Hinterrand der Segmente 1—4 tief rund ausgerandet. Die Epimeren der Körpersegmente am hinteren Ende spitz, mit einzelnen groben Körnern besetzt.

Die Schwanzsegmente mit einer Körnerreihe am Hinterrande, selten eine Körnerreihe quer durch die Mitte bemerkbar; die Epimeren fein granuliert, zuweilen mit einzelnen gröberen Körnern; jene des letzten Segmentes kürzer als der Analring.

Das hintere Ende des Epimeren spitz, die Oberfläche mit ganz kurzen Borstchen bewachsen.

Der Analring seitlich eckig ausgeschnitten, in eine mehr weniger breitere, zuweilen sehr schmale, kürzere oder längere, mehr oder minder tief gefurchte Spitze verlängert, welche ebenfalls mit kurzen Borstchen besetzt ist.

Die äufseren Anhänge der Analbeine mit kurzen Borstchen versehen; das Basalglied kürzer als der Analring, am Ende gerade abgestuzt; die inneren Anhänge länger oder kürzer als die Spitze des letzteren, zylindrisch, kürzer oder länger behaart, meist mit langer Endborste.

Länge 12—15 mm, Breite 6,5—7 mm. Nach B. L. 14—16 mm Länge und 6—7,5 Breite.

Einfarbig, schwärzlichgrau; Unterseite und Beine, meist auch das erste Glied der äufseren Antennen gelblichweifs. Zuweilen finden sich Exemplare, welche rötlich braun gefärbt und schwarz gefleckt oder punktiert sind, meist mit gelblichen Epimeren.

Die von Budde Lund erwähnte schwarze, gelb- oder rotgesäumte Varietät ist mir noch nicht vorgekommen.

Vorkommen: allenthalben in Kellern, Ställen und an anderen dumpfen Orten.

Porcellio ochraceus C. Koch.

Porcellio ochraceus C. Koch, Deutschl. Crust. etc. 28. 22.

Der Kopf bis fast an seinen scharfen Hinterrand dicht mit etwas spitzen Körnern besetzt. Das Ocellenhäufchen länglichrund, so lang als der seitliche Stirnfortsatz; dieser gleichmäfsig gerundet. Der mittlere Stirnfortsatz breit gerundet.

Die äufseren Antennen kurz; das dritte Glied ohne Zahn; das vierte und fünfte sehr undeutlich gefurcht. Das Endglied der Fühlergeifsel länger als das erste.

Der Körper nicht sehr stark gewölbt, dicht fein eingestochen punktiert; die Segmente an der vorderen Hälfte mit flacher Granulation, am breiten Hinterrandsaume glatt. Am Hinterrande sind die vordersten vier Segmente in den Seiten ziemlich tief rund ausgerandet. Die Epimeren an der vorderen Hälfte mit flachen Körnern besetzt; die hintere Spitze an den vorderen Epimeren weniger scharf als an den hinteren.

Die Segmente des Schwanzes dicht fein eingestochen punktiert, ohne Körnerreihen; der Hinterrand des letzten gerade; die Epimeren dieses Segmentes so lang als der Analring. Dieser mit kurzer, am Ende abgerundeter, oben seicht, — der Länge nach eingedrückter Spitze.

Das Basalglied der äufseren Anhänge an den Analbeinen kürzer als der Analring, am Ende gerade abgestutzt; das Endglied lang, von der Basis an verschmälert und spitzig endend. Die inneren Anhänge bedeutend länger als der Analring, zylindrisch, dünn behaart, an der Spitze mit längeren Haaren und kurzer Endborste.

Länge 7 mm, Breite 3 mm. Nach C. Koch 8—10 mm Länge.

Hellbräunlichgelb, der breite Hinterrandsaum, ein Streifen in der Mittellinie der Körpersegmente, die Unterseite mit den Beinen und die Antennen blafsgelb.

Vorkommen: Selten, in Wäldern unter Baumrinden und Steinen; nach C. Koch bei Lindau am Bodensee und Regensburg; ich selbst fand diese Art in hiesiger Gegend (Herrnhütte) und bei Abbach an der Donau. Porcellio ochraceus scheint auch in Württemberg nur selten vorzukommen; im kgl. Naturalienkabinet nur ein Exemplar von Laufen am Neckar.

Porcellio laevis Latr.

Porcellio laevis Latr. Hist. Crust. Insect. VII. 46.
Porcellio urbicus C. Koch Deutschl. Crust. etc. 36. 4.
Porcellio flavipes C. Koch Berichtig. zu Deutschl. Crust. etc. 206 t. 8 f. 97.
Porcellio laevis Budde Lund Crust. Isop. terr. p. 138.

Der Kopf gewölbt, mit kleinen Körnern nicht sehr dicht besetzt, hinten wenig gerundet; die Hinterrandsleiste nur mäfsig erhöht. Der mittlere Stirnfortsatz wenig vorstehend, gerundet; die seitlichen Stirnfortsätze klein, sehr schräg nach Aufsen gerichtet, vorn gerundet; Innen- und Aufsenrand fast gerade.

Der Ocellenhügel länger als der seitliche Stirnfortsatz, mit parallelen Seiten, am vorderen und hinteren Ende gerundet.

Das dritte Glied der äufseren Antennen ohne Zahn, das vierte und fünfte Glied gefurcht; das erste Glied des Flagellum merklich länger als das Endglied.

Die Körpersegmente stark gewölbt, mit lockeren, unregelmäfsigen Querreihen kleiner, niederer Körner besetzt; am Hinterrande keine Körnerreihe. In den Seiten am Hinterrande der vorderen vier Segmente eine ganz unbedeutende Einbuchtung; die Hinterrandsecken der Epimeren scharfspitzig.

Die Schwanzsegmente nur am Hinterrande mit einer Körnerreihe; die Spitze der Epimeren des letzten Segmentes kürzer als der Analring; dieser am Ende spitz, fast der ganzen Länge nach gefurcht.

Das Basalglied der äufseren Anhänge an den Analbeinen kürzer als der Analring, am Ende schräg abgestutzt; die inneren Anhänge breit, leicht gekrümmt, lang behaart, mit langer kräftiger Endborste.

Länge 9 mm, Breite 4,5 mm. Nach B. L. 16—20 mm Länge und 7,5—9,5 mm Breite.

Rötlichbraun, fast glanzlos; der Kopf schwarz; über den Rücken der Körpersegmente in der Mittelline ein breites, durch eine feine hellere Linie geteiltes Längsband; an der seitlichen Abdachung eine Längsreihe undeutlicher gelber Fleckchen; die Epimeren durchscheinend gelblich, fein schwarz getüpfelt. Die Schwanzsegmente schwarzbraun, auf jedem derselben beiderseits ein gelbliches Fleckchen; die Epimeren ähnlich jenen der Körpersegmente. Der Analring an der Spitze blafsgelb, beiderseits bis zur Mitte schmal schwarz gesäumt. Die äufseren Antennen schwärzlichgrau mit gelbem ersten Gliede; die Unterseite und die Beine schmutzig braungelb.

Vorkommen: Freiburg im Br.

Porcellio laevis ist in Süd-Deutschland sicher eine seltene Art, in Bayern wurde sie bisher ebensowenig als in Tirol gefunden. Nach C. Koch (Deutschlands Crustaceen Heft 36. 4 — Porc. urbicus) zeigt sie sich nicht selten in den Häusern Berlins; nach Michaelsen wurde sie im Niederelbegebiet noch nicht bemerkt. — Die Exemplare von Freiburg im Br., welche ich besitze, sind noch unentwickelte Tiere.

Porcellio Mildei nov. spec.

Nicht sehr hoch gewölbt, in den Seiten wenig gerundet, am Schwanze allmählich verschmälert, matt glänzend; die Oberfläche äufserst fein netzartig, mit sehr kleinen, ein ganz kurzes Borstchen tragenden Körnern neben der groben Granulation bestreut.

Der Kopf hinten und seitlich gerundet, dicht mit etwas unregelmäfsigen, groben, in Querreihen geordneten Körnern besetzt.

Die Augenhügel schräg gestellt, länglichrund, noch in die äufseren Stirnfortsätze hineinragend. Diese sehr schräg stehend, nach dem abgerundeten Ende verschmälert zulaufend. Der mittlere Fortsatz am Ende abgerundet spitz. Das Epistoma in der Mitte mit deutlicher Längskante.

Die äufseren Antennen die Hälfte der Körperlänge weit überragend, das vierte und fünfte Glied gefurcht; das Flagellum kürzer als das fünfte Glied des Schaftes; das erste Glied desselben ca. $^1/_3$ länger als das zweite.

Die Körpersegmente mit den Epimeren an der vorderen Hälfte mit groben, meist flach gewölbten Körnern besetzt; die drei vordersten am Hinterrande seitlich mit schwacher Rundung eingebuchtet; die übrigen mit vorstehender Spitze am hinteren Ende der Epimeren.

Die Schwanzsegmente mit langen, gekrümmten, am Ende spitzen Epimeren; am Hinterrande und in der Mitte mit je einer Querreihe von Körnern, welche sich auch auf die Epimeren fortsetzen. Der Analring länger als breit, schwach ausgehöhlt, in eine schmale Spitze endend; die Spitze des letzten Schwanzsegmentes wenig überragend.

Das Basalglied der äufseren Anhänge der Analbeine aufsen scharfkantig, kürzer als der Analring, am Ende schräg abgestutzt. Das Endglied dreimal so lang als das erste, aufsen und innen scharfkantig, mit geradem Aufsen- und bogigem Innenrande. Die äufseren Anhänge kürzer als der Analring, cylindrisch, gerade, leicht kurz behaart. Die Lamellen der Analbeine hinten spitz.

Eisengrau; die äufseren Antennen mehr gelblichgrau; die Beine gelblichweifs.

Länge 15 mm, Breite 8 mm.

Von Dr. Milde bei Meran gesammelt.

Von Porcellio scaber Latr. leicht zu unterscheiden durch den sehr langen und schlanken Analring, das mächtig grofse Endglied der äufseren Anhänge der Analbeine und die hinten spitz endenden Lamellen der letzteren; auch ist das erste Glied des Flagellum auffallend länger als das zweite.

Porcellio pictus Brandt.

Porcellio pictus Brandt Consp. Monogr. Crust. oniscodor 14. 4.
Porcellio melanocephalus C. Koch Deutschl. Crust. etc. 28. 18.
Porcellio pictus B. Lund Crust. Isop terr. p. 123.

Der Kopf am Hinterrande mit erhöhter, scharfer Kante, sehr fein netzartig, mit nicht ganz regelmäfsigen Querreihen grober Körner besetzt.

Das Epistoma sehr fein runzelig netzartig, mit einem fast zentralen kleinen Höckerchen.

Der mittlere Stirnfortsatz wenig vorragend, nicht sehr breit flach gerundet.

Die seitlichen Stirnfortsätze leicht schief nach Aufsen gerichtet, grofs, breit, tief ausgehöhlt, gerandet; der Aufsenrand gerade, in der Mitte schwach eingedrückt; der Innen- und Vorderrand gerundet, letzterer mit dem Aufsenrand eine mehr weniger stumpfe Ecke bildend.

Das Ocellenhügelchen länglich, aufsen und vorn gerundet; der Innenrand gerade.

Mäfsig gewölbt, in den Seiten leicht gerundet. Die Körpersegmente weitschichtig fein gekörnt, unregelmäfsig mit flachen, groben Körnern, welche auch noch an den Epimeren vorhanden sind, besetzt. Der Vorderrandsaum ganz glatt; der Hinterrand zeigt eine Reihe von kleinen Körnern.

Die Epimeren der drei vordersten Segmente am Hinterrande tief rund ausgeschnitten, jene der übrigen nur seicht gebuchtet; die Hinterwinkel scharf — spitzig.

Die Schwanzsegmente in der Mitte und am Hinterrande mlt einer Querreihe von Körnern, jene in der Mitte zuweilen fehlend oder undeutlich.

Die Epimeren hinten spitz, ihre Fläche granuliert; die letzten so lang als die Spitze des Analsegmentes. Dieses von der Basis bis zum spitzen Ende deutlich gefurcht.

Das Basalglied der äufseren Anhänge der Analbeine kürzer als das Analsegment, am Ende leicht schräg abgestutzt; die inneren Anhänge länger als die Spitze des Analringes, cylindrisch; bei vollständig entwickelten Exemplaren lang behaart und mit langer Endborste. Das Endglied der äufseren Anhänge gewölbt, in den Seiten nur wenig gerundet, am Ende spitz.

Das dritte Glied der äufseren Antennen mit grofsem Zahne, das vierte deutlicher — das fünfte schwächer gefurcht, letzteres länger als die beiden Glieder des Flagellum zusammen; das erste Glied des Flagellum ca. 1 ½ mal so lang als das zweite.

Länge 13—15 mm, Breite 7—7,5 mm. Nach B. L. Länge 13—17 mm und Breite 6—7,5 mm.

Die Grundfarbe dieser Art ist gelb; der Kopf und die Schwanzsegmente sind ständig schwarz, letztere mit drei Reihen gelber Fleckchen, die mittlere öfter undeutlich oder in ein schmales Band vereinigt. Die Körperwölbung schwärzlichbraun mit zwei Längsreihen gelber Fleckchen, zuweilen zeigt sich auch eine undeutliche Mittelreihe derartiger Fleckchen. — Die Epimeren gelb, meist mit einem schwarzen Flecken. Das Basalglied der äufseren Anhänge und die inneren Anhänge der Analbeine gelblichweifs, erstere oft mit einem schwarzen Tupfen an der Basis. Die Spitze des Analsegmentes häufig gelblichweifs. Zuweilen sind die inneren Anhänge und das Endglied der äufseren an den Analbeinen schwärzlich angelaufen oder das letztere erscheint mit einem schwarzen Fleckchen.

Bei jungen Tierchen ist das Endglied der äufseren Anhänge der Analbeine dem Umrisse nach spitzeiförmig, die beiden Glieder des Flagellum sind gleichlang; der Stachel am dritten Gliede der äufseren Antennen meist nur angedeutet. Die inneren Anhänge der Analbeine sind sehr licht kurz behaart; die Endborste derselben ist sehr fein, haarähnlich. Die Furche des Analsegmentes ist auch bei unentwickelten Exemplaren immer vorhanden; — die Längsreihen gelber Fleckchen auf den Schwanzsegmenten fehlen meist gänzlich, an den Epimeren der Körpersegmente zeigt die schwarze Zeichnung weit gröfsere Ausdehnung und nimmt auch die Ränder und die hintere Spitze ein; die Epimeren der Schwanzsegmente sind meist schwarz mit einem gröfseren oder kleineren gelben Flecken in der Mitte.

Vorkommen: häufig durch das ganze Gebiet. Zeigt sich auch im Freien, unter Steinen, Baumrinden etc. öfter als Porcellio scaber.

Porcellio conspersus C. Koch.

Porcellio conspersus C. Koch Crust. 34. 17.
Porcellio conspersus B. Lund Crust. Isop. terr. 148. 300.

Der Kopf mit groben Körnern besetzt, am Hinterrande flach gerundet, ohne aufgeworfenen Saum. Der Ocellenhügel dem Umrisse nach elliptisch, am vorderen und hinteren Ende ziemlich gleichbreit.

Der mittlere Stirnfortsatz gerandet, stark vorstehend, vorn verschmälert gerundet, fast dreieckig. Die seitlichen Fortsätze etwas schräg gerichtet mit geradem Aufsen- und gerundetem Innen- und Vorderrande.

Das dritte Glied der äufseren Antennen mit kurzem, stumpfem Zahne, das vierte und fünfte Glied ohne Furchen, das vierte ca. $^1/_3$ kürzer als das fünfte. Das Flagellum so lang als das fünfte Glied des Schaftes; das erste Glied merklich kürzer als das zweite.

Der Körper hoch gewölbt, wenig glänzend, beiderseits der Mitte mit flachen, rundlichen Granulationen, in der Mitte selbst fast glatt; der schmale Hinterrandsaum nicht gekörnt; die drei vorderen Segmente in den Seiten hinten rundlich eingebuchtet. Die Epimeren des Körpers mit undeutlichen flachen Körnern.

Die Hinterrandsecken der vorderen vier Epimeren leicht gerundet, jene der übrigen spitz.

Die Schwanzsegmente fein granuliert, ohne Querreihen gröfserer Körner; die Epimeren des letzten kürzer als das Analsegment; dieses kurz, in eine mäfsig lange, abgerundete, breite, nicht gefurchte, schwach gewölbte Spitze endend; das Segment ist dicht fein eingestochen punktiert und zeigt sehr kurze Borstchen, gleich den übrigen Schwanzsegmenten, in den Punkten.

Das Basalglied der äufseren Anhänge der Analbeine viel kürzer als das Analsegment, am Ende gerade abgestutzt; das Endglied dem Umrisse nach spitz eiförmig. Die inneren Anhänge dünn kurz behaart mit kurzer feiner Endborste.

Die Deckplatten der Analbeine hinten gerade abgeschnitten und hier nicht behaart.

Länge 5—7,5 mm, Breite 2,5—3,5 mm. Nach B. L. 6 mm Länge und 3 mm Breite.

Rötlichgelb, klein schwarz gefleckt, beiderseits mit einem dunkleren Längsstreifen und einem breiteren durch einen lichteren Streifen geteilten Längsbande, welches sich auch auf die Schwanzsegmente fortsetzt. Die Anhänge der Analbeine weifslichgelb, das Basalglied der äufseren zuweilen mit einem schwarzen Fleckchen. Die Unterseite und die Beine blafsgelb, letztere mit lichtgrauen Flecken. Die äufseren Antennen schwärzlich grau, mit gelblichen Basalgliedern.

Vorkommen: im Moose und Mulm alter Bäume; Nürnberg (Valzner Weiher); Fränkischer Jura (Pommelsbrunn); bei Sugenheim in Mittelfranken; in den bayerischen Alpen. Nach C. Koch auch bei Regensburg.

In Württemberg scheint Porcellio conspersus selten zu sein; unter der grofsen Menge von Isopoden aus dem k. Naturalienkabinet fanden sich nur zwei ganz unentwickelte (Länge 2 mm, Breite 1,2 mm) Exemplare aus dem Bopserwald bei Stuttgart vor. In Farbe und Zeichnung stimmen diese Tiere mit den Erwachsenen überein, das Ende des Analringes zeigt dieselbe Form, wie bei letzterem; doch ist bei dem jungen Tierchen die ganze Oberfläche mit Ausnahme des Kopfes mit sehr kurzen Borstchen besetzt; das fünfte Glied der äufseren Antennen ist noch einmal so lang als das vierte; das erste Glied des Flagellum ist sehr kurz.

Porcellio dubius C. Koch.

Porcellio dubius C. Koch Deutschl. Crust. etc. 34. 8.

Der Kopf mit regelmäfsigen Querreihen grober Körner, hinten flach gerundet; der erhöhte Hinterrand mit kleinen Körnchen besetzt; vor demselben eine seichte Querfurche. Das Epistoma leicht gewölbt, mit scharfer Kante in der Mittellinie.

Der Ocellenhügel von dreieckiger Form, hinten spitz, vorn rundlich abgestumpft.

Der mittlere Stirnfortsatz vorn etwas eckig, — dabei aber gerundet vorstehend.

Die seitlichen Stirnfortsätze breit, vorn etwas verschmälert, mit geraden Seiten; am vorderen Ende fast gerade abgestutzt.

Die Glieder der äufseren Antennen ohne Zahn, vier und fünf gefurcht; die beiden Glieder des Flagellum kürzer als das fünfte Glied des Schaftes, beide gleichlang.

Der Körper stark gewölbt, etwas glänzend, mit groben, teilweise spitzen Körnern fast ganz besetzt; ein schmaler, auf den hinteren Segmenten breiterer Saum mit feiner Granulation. Die vorderen drei Segmente am Hinterrande ziemlich tief gerundet ausgerandet.

Die Epimeren der vorderen Segmente des Körpers reichlicher — jene der hinteren spärlich mit gröberen Körnern besetzt; die Hinterwinkel der Epimeren nicht sehr scharf spitzig.

Die Schwanzsegmente dicht fein eingestochen punktiert, mit einer sehr deutlichen Körnerreihe am Hinterrande, eine desgleichen aber weniger bemerkbare in der Mitte; die Epimeren der Schwanzsegmente ohne gröbere Granulation.

Der Analring mit einem seichten Quereindrucke an der Basis, nicht so lang als breit, seitlich gerundet ausgeschnitten, am Ende spitz, sehr schwach in der Mittellinie vertieft.

Das Basalglied der äufseren Anhänge der Analbeine mindestens so lang als der Analring, mit scharfer Aufsenkante, am Ende gerade abgestutzt. Das Endglied etwas schmäler als der Basalteil, bis in die Nähe der Spitze gleichbreit. — Die inneren Anhänge beträchtlich länger als der Analring, stark behaart, an der Spitze mit einzelnen längeren Haaren und kurzer Endborste.

Länge 14 mm, Breite 6,5 mm.

Schwärzlichgrau; die Unterseite gelblichweifs, die Beine mit ganz leichtem, schwärzlichem Anfluge.

Vorkommen: sehr selten; an Häusern in Nürnberg; C. Koch entdeckte diese Art in Häusern der Stadt Regensburg.

Porcellio dubius kann mit Porc. scaber, welchem er sehr ähnlich ist, doch nicht leicht verwechselt werden; letzter ist viel weniger gewölbt; die Längsfurche an dem Analring ist deutlicher ausgeprägt und das Basalglied der äufseren Anhänge der Analbeine merklich kürzer als der Analring.

Porcellio dubius Brandt (Consp. Monogr. Crust. onisc. 16. 15) ist Porcellio laevis Latr.; es kann daher der von C. Koch der oben beschriebenen Art gegebene Name beibehalten werden.

Porcellio confluens C. Koch.

Porcellio confluens C. Koch Deutschl. Crust. etc. 34. 14.

Mäfsig gewölbt, matt glänzend, äufserst fein netzartig.

Die Fläche des Kopfes mit flachen Körnern dicht besetzt; der Hinterrand nicht erhöht; einen schmalen Saum bildend. Der mittlere Stirnfortsatz breit gerundet; die seitlichen Stirnfortsätze grofs, gleichmäfsig schön gerundet.

Der Ocellenhügel länger als der vorliegende Stirnfortsatz.

Die Glieder der äufseren Antennen ohne Furchen, das dritte mit einem sehr kleinen Zähnchen, das vierte stielrund. Die Glieder des Flagellum zusammen kürzer als das fünfte Glied des Scapus, das erste merklich kürzer als das Endglied.

Das Epistoma convex, ohne Höckerchen.

Die Körpersegmente am vorderen Teile mit flachen Granulationen; am Hinterrand ein breiter Saum mit kleineren Körnern; die drei vorderen

Segmente über den Epimeren am Hinterrande schwach rundlich eingebuchtet. — Die Epimeren des Körpers gekörnt, hinten stumpfspitzig.

Die Segmente des Schwanzes zeigen nur feinere Granulation; die Epimeren des letzten kürzer als die Spitze des Analringes; die Hinterecken spitz. Der Analring so lang als breit, fein gekörnt, eben, in den Seiten schwach eingebuchtet, stumpfspitzig.

Das Basalglied der äufseren Anhänge der Analbeine kürzer als der Analring, am Ende schräg abgestutzt; das Endglied schmal, lanzetlich, spitz. — Die inneren Anhänge die Spitze des Analringes überragend, lang — aber licht behaart; die Endborste mäfsig lang, gerade.

Länge 7 mm, Breite 3,5 mm.

Rotbraun, schwarz getüpfelt, an der seitlichen Abdachung beiderseits vom ersten bis letzten Körpersegmente eine Längsreihe gelblichweifser Flecken; in der Mittellinie ein durch einen lichteren Streifen der Länge nach geteiltes schwärzliches Band, welches sich auch auf die Schwanzsegmente fortsetzt. Die hintere Spitze der Epimeren gelblich. Die äufseren Anhänge der Analbeine bräunlichgrau oder rötlichgelb. Der Kopf rötlichbraun, schwarz marmoriert. Die äufseren Antennen dunkelgrau, die beiden ersten Glieder derselben gelblichweifs. Die Beine blafsgelb.

Porcellio confluens C. K. hat viele Ähnlichkeit mit Porc. Rathkei Brdt.; dieser ist aber viel gröfser; der Hinterrandssaum des Kopfes ist merklich breiter; das vierte Glied des Scapus der äufseren Antennen kantig.

In Wäldern unter Baumrinden und Moos. — Südtirol bei Torbole am Gardasee, — in Bayern bei Regensburg und München. — In Württemberg bei Stuttgart (königl. Anlagen, Degerloch, Dachswald und Heslach), Ludwigsburg (Monrepos), Schussenried, Laufen am Neckar.

Unentwickelte Tiere sind im Verhältnis zur Länge schmäler, meist fehlen die Fleckenreihen an den Körpersegmenten, einzelne sind schwärzlichgrau mit lichteren Epimeren, andere nur schwärzlich marmoriert.

Porcellio Ratzeburgi Brandt.

Porcellio Ratzeburgi Brandt Consp. Monogr. Crust. Oniscod. 13. 3.
Porcellio nemorensis C. Koch Deutschl. Crust. etc. 28. 19.
Porcellio Ratzeburgi B. Lund Crust. Isop. terr. p. 83.

Die Körpersegmente gewölbt, wenig glänzend, sehr fein schuppig netzartig*), weitschichtig fein eingestochen punktiert, mit rundlichen groben Körnern unregelmäfsig reihenweise besetzt; vorn und hinten ein schmaler Saum ohne Granulation; nur der Hinterrand mit einer Körnerreihe, welche jedoch an den hintersten Segmenten undeutlicher erscheint. Der Hinterrand der Segmente an den drei vorderen Körperringen rund eingebuchtet. Die Epimeren des Körpers mit einzelnen gröfseren Körnen, hiuten stumpfspitzig.

*) An abgeriebenen Stellen fehlt die feinschuppige Bedeckung der Segmente.

Die Schwanzsegmente fein eingestochen punktiert, mit einer Körnerreihe in der Mitte, welche sich nicht auf die Epimeren fortsetzt; der Hinterrand mit ganz kleinen Körnern besetzt. Die Epimeren des letzten Segmentes kaum bemerkbar divergierend, den Analring an Länge kaum erreichend. Letzterer so lang als breit, am Seitenrande rundlich eingebuchtet, eben.

Die äufseren Anhänge der Analbeine kürzer als der Analring, am Ende gerade abgestutzt; das Endglied kurz, aus breiter beiderseits gerundeter Basis sehr spitz zulaufend. Die inneren Anhänge länger als der Analring, stark behaart, mit steifer gerader Endborste.

Der Kopf am Hinterrande flach gerundet mit leicht erhöhtem Saume; die Fläche nicht sehr dicht grob gekörnt; das Epistoma bei den meisten Exemplaren in der Mitte kantig, bei anderen mit einem Knötchen.

Das dritte Glied der äufseren Antennen mit gröfserem Endzahne; das vierte scharfkantig, mit tiefer Furche längs der Kante, das fünfte ohne Furchen, ca. $^1/_3$ länger als das vierte. Das zweite Glied des Flagellum deutlich länger als das erste.

Der Ocellenhügel schmal, vorn und aufsen gerundet, innen gerade.

Der mittlere Stirnfortsatz ziemlich vorragend, gleichmäfsig breit gerundet, mit erhöhtem Vorderrande.

Die seitlichen Stirnfortsätze schräg, länger als der Augenhügel, mit geradem, in der Mitte eingekerbtem Aufsenrande, innen gerundet und in das vordere Ende in gleichmäfsiger Rundung übergehend.

Die zwei vorletzten Deckplatten der Analbeine bei dem entwickelten Tiere schräg liegend, am bogigen Hinterrande mit kurzen Borstchen besetzt, in eine lange Spitze endend; am letzten Paare diese Spitze viel kürzer.

Bei jungen Tieren fehlen die Körnerreihen an den Schwanzsegmenten; auch die übrige Granulation ist schwächer ausgeprägt; der Zahn am dritten Gliede der äufseren Antennen fehlt entweder gänzlich oder ist sehr klein.

Länge 11—14 mm, Breite 6—7 mm.

Schwärzlichgrau oder dunkelbraun, in letzteren Falle mit breitem, schwarzem Mittellängsbande auf den Körpersegmenten; über den Epimeren des zweiten bis sechsten, zuweilen auch an dem ersten Segment beginnend, beiderseits eine Reihe von gelben oder rötlichen Flecken; ähnlich gefärbt sind auch die Hinterrandsecken der Epimeren. Der Annulus analis zeigt zuweilen zunächst der Basis eine Querreihe von drei bis vier gelben Punktfleckchen. Die äufseren Anhänge der Analbeine schwärzlichgrau, die inneren wie die Bauchseite und Beine gelblichweiss. — Die äufseren Antennen schwärzlichgrau, das erste Glied gelblichweifs.

Vorkommen: im fränkischen Jura (Pommelsbrunn, Hartmannshof), Ruine Landstuhl, Seeshaupt am Starnberger See, in den bayerischen Alpen, bei Meran und Bad Ratzes in Südtirol. Nach C. Koch in der Oberpfalz. — Im kgl. Naturalienkabinet zu Stuttgart Exemplare von der schwäbischen Alb (Teck), Adelberg, Langenargen und Heslach bei Stuttgart.

Porcellio saltuum nov. spec.

Der Kopf sehr fein eingestochen punktiert mit zerstreuten kleinen Körnchen, stellenweise wulstig erhöht, hinten flach gerundet; der Hinterrand scharfkantig erhöht, vor demselben eine seichte Furche. Das Epistoma in der Mitte breitwulstig gewölbt.

Das Ocellenhäufchen länglich, aufsen leicht gerundet, der Innenrand gerade.

Der mittlere Stirnfortsatz breit gerundet. Die seitlichen Stirnfortsätze etwas schräg nach Aufsen gerichtet, vorn verschmälert, mit gerundetem Vorderrande.

Das dritte Glied der äufseren Antennen mit einem gröfseren Zahne, das vierte hinten scharfkantig, sehr undeutlich gefurcht; das fünfte mindestens $^1/_3$ länger als das vierte, undeutlich gefurcht. Die Glieder des Flagellum gleichlang oder das erste etwas kürzer, beide zusammen so lang als das fünfte Glied des Schaftes.

Der Körper dicht fein eingestochen punktiert, mäfsig gewölbt; die vordere Hälfte der Segmente mit flachen, gröfseren Körnern besetzt, bei den vordersten Segmenten sind diese Körner auch noch an den Epimeren zu bemerken; das erste und zweite Segment beiderseits am Hinterrande seicht rund eingebuchtet. Die Epimeren der Körpersegmente mit stumpfspitzen Hinterrandsecken. An den Schwanzsegmenten nur seitlich über den Epimeren eine oft ganz undeutliche Körnerreihe in der Mitte und auf letztere sich teilweise fortsetzend eine Körnerreihe, der Hinterrand höchstens auf den zwei letzten Segmenten oder nicht gekörnt.

Die Epimeren des Schwanzes schmal, hinten spitz, jene des letzten Segmentes kürzer als der Analring. Dieser nicht gefurcht, stumpfspitzig, der Quere nach leicht eingedrückt, seitlich winkelig eingebuchtet.

Das Basalglied der äufseren Anhänge der Analbeine kürzer als der Analring, schwach schräg abgestutzt; das Endglied spitz. Die inneren Anhänge länger als der Analring, mit langer Endborste.

Die Deckplatten der Analbeine am Hinterrande mit kurzen Borstchen besetzt; die beiden vorletzten der ganzen Breite nach leicht rundlich eingebuchtet, am Ende spitz zulaufend, jene des letzten mit fast geradem Hinterrande.

Länge 15 mm, Breite 9 mm; oder 12 mm, 7 mm, auch 10 mm, 7 mm.

Graubraun, gelblich gefleckt; beiderseits am Vorderrande des zweiten bis sechsten Körpersegmentes ein gröfseres, gelbliches Fleckchen; zusammen eine Längsreihe bildend. Die äufseren Anhänge der Analbeine grau, das Basalglied derselben lichter gefleckt; die inneren Anhänge und die Beine gelblichgrau angelaufen. Die Antennen schwärzlichgrau, das erste Glied gelblich. Die Unterseite bräunlichgelb.

Vorkommen: alpine Art; an der südlichen Absenkung der Alpen häufig, selten an der nördlichen und nur im bayerischen Hochgebirge, — im Süden bei Vahrn, Ratzes, Meran, Bozen und Torbole am Gardasee.

Porcellio scaber Latr., welcher mit P. saltuum nahe verwandt ist, hat bei entwickelten Exemplaren am dritten Gliede der äufseren Antennen keinen Zahn; bei ihm ist das letzte Schwanzsegment so lang als der Analring und dieser gefurcht.

Porcellio parietinus nov. spec.

Körper bis zu den Schwanzsegmenten gleichbreit, mäfsig gewölbt, fast glanzlos.

Der Kopf hinten schön gerundet, mit Querreihen kleiner Körner; der Hinterrand eine schmale Leiste bildend.

Der mittlere Stirnfortsatz wenig vorstehend, vorn etwas spitz zulaufend; die seitlichen Fortsätze ziemlich halbkreisförmig. Der Ocellenhügel länglich-rund, sehr klein.

Das dritte Glied der äufseren Antennen ohne Zahn; das vierte schwach — das fünfte nicht gefurcht.

Von den beiden Gliedern des Flagellum das erste nur wenig kürzer als das zweite.

Die Körpersegmente mit fast regelmäfsigen Querreihen kleiner Körner, welche sich auch auf die Epimeren fortsetzen; der Hinterrand der ersten drei Segmente seitlich tief rund eingebuchtet; an allen Segmenten mit einer Körnerreihe besetzt; sämtliche Epimeren mit scharfspitzen Hinterecken.

Der Analring eben oder der Länge nach schwach ausgehölt, kaum so lang als an der Basis breit.

Die Schwanzsegmente mit einer Körnerreihe am Hinterrande; zuweilen ist auch eine derartige, aber undeutliche in der Mitte vorhanden. Die Epimeren nicht gekörnt; die Spitze des letzten Schwanzsegmentes den Analring nicht überragend.

Das Basalglied der äufseren Anhänge der Analbeine kürzer als der Analring, am Ende schwach schräg abgestutzt.

Die inneren Anhänge dünn, nur wenig länger als der Analring, stark behaart, mit langer Endborste.

Länge 8 mm, Breite 4 mm.

Oben dunkelbraun mit hellbräunlichgelben Epimeren, auf diesen ein schwärzliches Fleckchen; beiderseits der Rückenwölbung eine Längsreihe gelblicher Flecken; die Schwanzsegmente mit je einer Querreihe gelber Tupfen; die äufseren Anhänge der Analbeine und die äufseren Antennen grau, an letzteren die beiden ersten Glieder, die Unterseite des Körpers und die Beine hellbräunlichgelb.

Bei einer Varietät ist die Grundfarbe der Körpersegmente bräunlichgelb mit noch heller gefärbten Epimeren, an diesen ein schwärzliches Fleckchen; in der Mittellinie über den Rücken und beiderseits je ein Längsstreifen schwärzlicher Flecken; die Schwanzsegmente sind dunkelbraun, auf jedem eine Querreihe gelber Tupfen; die Anhänge der Analbeine hellbräunlichgelb.

Vorkommen: unter Steinen in der Ruine Landstuhl (Rheinpfalz).

Porcellio Rathkei Brandt

Porcellio Rathkei Brandt Consp. Monogr. Crust. oniscod. 15. 10.
Porcellio trilineatus C. Koch Deutschl. Crust. etc. 34. 9.
Porcellio Rathkei B. Lund Crust. Isop. terr. p. 85.

Nicht sehr stark gewölbt, deutlich eingestochen punktiert, dabei äufserst fein netzartig, wenig glänzend.

Der Kopf mit nur wenig erhöhtem, scharfem Hinterrande; die Fläche mit grofser beulenartiger Granulation und zwischen dieser fein gekörnt; bei einzelnen Exemplaren sind nur die beiden Seiten derber granuliert und die Mittelfläche zeigt zwei parallele Längsreihen von kleineren Körnern.

Der mittlere Stirnfortsatz mäfsig breit, gerundet; die Seitenfortsätze lang, am Innen- und Aufsenrande gerade, vorn gerundet.

Der Ocellenhügel grofs, schräg, aufsen und von vorn gerundet, mindestens so lang als der Seitenfortsatz; der Innenrand gerade.

Die äufseren Antennen am Ende des dritten Gliedes je nach der Entwicklung des Tierchens mit einem gröfseren oder kleineren Zähnchen, welches bei sehr jungen Exemplaren ganz fehlt.

Das vierte Glied scharfkantig, längs der Kante gefurcht; das Flagellum so lang als das fünfte Glied des Schaftes; das erste Glied so lang oder etwas kürzer als das Endglied.

Die drei ersten Körpersegmente seitlich am Hinterrande rund schwach eingebuchtet; diese wie die übrigen in der Mitte mit flacher, grober Granulation; ein schmaler Saum am Vorder- und ein breiterer am Hinterrande nicht gekörnt.

Die Epimeren des Körpers in der Mitte mit groben Körnern besetzt; die Hinterrandswinkel stumpfspitzig, jene der letzten Segmente etwas schärfer.

Die Schwanzsegmente ohne Körnerreihen, weitschichtig fein eingestochen punktiert; die Epimeren des letzten Segmentes divergierend, den Analring nicht überragend. Dieser so lang als an der Basis breit, eben, am Ende stumpfspitzig, in den Seiten rundlich eingebuchtet.

Länge 13 mm Breite 6,5 mm. Nach B. C. Länge 12—15 mm, Breite 5,5—6,5 mm.

Schmutzig hellgelb oder schwärzlichgrau, im ersteren Falle mit vielen schwarzen Flecken, im letzteren beiderseits auf der Rückenhöhe gelblich marmoriert; auf allen Segmenten beiderseits und in der Mittellinie eine Reihe von gelblichweifsen Längsfleckchen. Die äufseren Antennen schwärzlichgrau, die beiden ersten Glieder derselben gelblichweifs.

Vorkommen: sehr verbreitet; im fränkischen Jura bei Pommelsbrunn; in Unterfranken bei Schweinfurt; in der Rheinpfalz (Ruine Landstuhl); in Oberbayern am Starnberger- und Kochelsee; in Württemberg wurde Porcellio Rathkei an vielen Orten gefunden: bei Stuttgart in den kgl. Anlagen und bei Heslach, in dem Böbliuger Wald, Karlshof, Neckarsulm, Bietigheim, Rottweil, Efslingen, Münster a. Neckar, Langenargen und auf der Teck in der schwäbischen Alb; bei Vahrn nächst Brixen nnd Bad Ratzes in Südtirol.

Bei einer Varietät — Porc. Rathkei v. intermedius — ist der Kopf mit kleinen Körnern besetzt; die Schwanzsegmente zeigen undeutliche Körnerreihen in der Mitte und am Hinterrande wie bei Porc. saltuum; zuweilen fehlt das gelbe Fleckchen auf dem ersten Körpersegmente. Ich fand diese Abart bei Meran und Torbole (Gardasee).

Porcellio sociabilis nov. spec.

Der Kopf flachhöckerig, weitschichtig nadelrissig; der Hinterrandssaum breit, nicht granuliert; der Rand desselben kaum erhöht.

Das Epistoma mit einem Mittelhöckerchen, welches zuweilen fehlt oder es ist eine deutliche Längskante vorhanden.

Der mittlere Stirnfortsatz wenig vorstehend, breit gerundet mit erhöhtem Vorderrande. — Die seitlichen Fortsätze etwas schräg stehend; Innen- und Vorderrand gerundet; Aufsenrand gerade, in der Mitte eingekerbt.

Der Ocellenhügel länger als die seitlichen Fortsätze; vorn und hinten gerundet.

Das dritte Glied der äufseren Antennen beim erwachsenen Tiere mit gröfserem — beim jungen mit oft sehr kleinem Zahne; das vierte Glied seitlich zusammengedrückt, scharfkantig, ca. $^1/_3$ kürzer als das fünfte; dieses zuweilen undeutlich gefurcht. Die Glieder des Flagellum selten gleichlang, meist das erste etwas kürzer als das Endglied; beide zusammen fast so lang als das fünfte Glied des Schaftes.

Der Körper gewölbt, beiderseits auf den vorderen Segmenten mit länglichen — auf den hinteren mit rundlichen Körnern; ein breites Mittelband mit sehr kleiner Granulation; die drei vorderen Segmente seitlich am Hinterrande schwach rundlich eingebuchtet; die Hinterecken stumpfspitzig; der Vorderrand glatt und glänzend, der Hinterrandssaum sehr fein netzartig und weitschichtig fein eingestochen punktiert. — Die Epimeren des Körpers an den vorderen Segmenten mit gröfseren, an den hinteren weniger dicht mit kleinen Körnern besetzt.

Die Schwanzsegmente fein punktiert, in der Mitte und am Hinterrande mit einer Körnerreihe, die mittlere öfters undeutlich, das letzte Segment so lang als der Analring. Die Epimeren mit scharfer Spitze, zuweilen in der Mitte leicht kantig erhöht.

Der Analring kaum so lang als breit, eben, in den Seiten rundlich eingebuchtet, an der Spitze scharf zulaufend.

Das Basalglied der äufseren Anhänge der Analbeine kürzer als der Analring, am Ende gerade abgestutzt; das Endglied mit geraden Seiten und scharfer Spitze. Die inneren Anhänge viel länger als der Analring, an der Spitze lang behaart, mit steifer, gerader, mäfsig langer Endborste.

Die Deckplatten der Analbeine am Hinterrande mit kurzen Borstchen besetzt; die beiden vorletzten sehr schräg liegend, hinten der ganzen Breite nach bogig ausgerandet, innen spitz endend; die letzten mit geradem Hinterrande.

Länge 14 mm, Breite 6 mm.

Schwärzlichbraun oder grau, beiderseits der Rückenhöhe ein breites Band rötlichweifser Längsfleckchen; über den Epimeren eine Reihe sehr kleiner weifser Fleckchen, am zweiten Körpersegment beginnend und bis zum letzten sich fortsetzend. Die äufseren Anhänge der Analbeine schwärzlichgrau, schmal weifs gesäumt; die inneren ähnlich gefärbt mit gelblichweifser Spitze. Unterseite und Beine unrein weifs, letztere schwärzlich angelaufen. Die äufseren Antennen schwärzlichgrau, die beiden ersten Glieder zum Teil gelblichweifs.

Vorkommen: in grofser Anzahl unter Steinen am Stamme der Kastanienbäume bei Vahrn (Brixen).

Porcellio sociabilis unterscheidet sich von dem ihm sehr ähnlichen Porc. Rathkei darin, dafs bei diesem die äufseren Antennen nicht gefurcht sind, das Flagellum gleichlange Glieder zeigt, die Kopffläche einfach punktiert und der Zahn am dritten Gliede der äufseren Antennen merklich gröfser ist. — Bei Porcell. scaber Latr. ist das dritte Glied der äufseren Antennen bei dem entwickelten Tiere ständig ohne Zahn; die Epimeren der Schwanzsegmente ohne Körner, dagegen bemerkt man am Hinterrande des Kopfes eine Reihe von Körnern; der Analring ist gefurcht.

Porcellio cognatus nov. spec.

Der Kopf hinten gerundet, flach gehöckert; die Hinterrandskante erhöht, scharf, vor derselben eine seichte Furche. Das Epistoma mit einem länglichen Höckerchen in der Mitte.

Der Ocellenhügel länglich, mit geradem Aufsen- und Innenrande, vorn gerundet, hinten spitz.

Der mittlere Stirnfortsatz wenig vorstehend, breit gerundet; die seitlichen Stirnfortsätze mit geradem Innenrande, aufsen und am verschmälerten vorderen Ende gerundet.

Das dritte Glied der äufseren Antennen mit längerem spitzen Zahne; das vierte scharfkantig, längs der Kante gefurcht, das fünfte schwach kantig, ca. $1^1/_2$ mal so lang als das vierte. — Die Glieder der Fühlergeifsel sehr fein, zusammen etwas länger als das fünfte Glied des Schaftes, gleichlang.

Die Körpersegmente deutlich eingestochen punktiert; die vorderen Teile mit flachen gröfseren Körnern unregelmäfsig besetzt; am Hinterrand ein Band ohne deutliche Granulation bildend; die Einbuchtungen am Hinterrande der vorderen drei Segmente nicht sehr tief, rundlich. Die Epimeren der Körpersegmente mif gröfseren Körnern spärlich besetzt; die Hinterrandsecken an den vorderen Segmenten stumpfer — an den hinteren schärfer spitzig.

Die Schwanzsegmente eingestochen punktiert, in der Mitte und am Hinterrande mit einer Querreihe von Körnern; erstere Reihe sich auch auf die Epimeren fortsetzend; das letzte Segment so lang als der Analring; dieser kurz, kaum so lang als an der Basis breit, beiderseits etwas

eckig eingebuchtet, hinten spitz, eben oder ganz wenig der Länge nach eingedrückt.

Das Basalglied der äufseren Anhänge der Analbeine kürzer als der Analring, am Ende schräg abgestutzt; das Endglied aus breiter, innen gerundeter Basis spitz zulaufend. — Die inneren Anhänge den Analring weit überragend, mit starker Endborste.

Länge 13 mm, Breite 6 mm.

Schwarzbraun, oben beiderseits mit rötlichgelben Strichelchen und Tupfen; in der Mittellinie eine Fleckenreihe von gleicher Farbe, welche sich auch auf die Schwanzsegmente erstreckt; über sämtliche Körpersegmente verläuft über den Epimeren beiderseits eine Reihe rötlich gelber Fleckchen; die Epimeren etwas lichter gefärbt, weifslichgelb gefleckt. — Der Kopf schwarz, auf beiden Seiten mit ziemlich breitem, weifslichem Saume; in der Mittellinie ein feiner Längs- und über dem Vorderrande ein Querstreifen rötlichgelb. Die Epimeren der Schwanzsegmente rings schmal weifs gesäumt; die äufseren und inneren Anhänge der Analbeine und die äufseren Antennen schwärzlichgrau; das erste Glied der letzteren, die Unterseite und Beine gelblichweifs, letztere mit grauem Anfluge.

Vorkommen: Südtirol — Ratzes, Meran.

Bei Porc. Rathkei Br. ist das Basalglied der äufseren Anhänge der Analbeine am Ende gerade abgestutzt, die Ocellenhügel sind aufsen und vorn gerundet, die Seitenränder des Analringes rundlich eingebuchtet und die Schwanzsegmente ohne Körnerreihen.

Von C. Koch werden noch folgende Arten aus unserem Gebiete angeführt:

Porcellio nodulosus C. Koch Deutschl. Crust. etc. 22. 19.
Bergwände des Donauthales bei Regensburg.

Porcellio lugubris C. Koch Deutschl. Crust. etc. 28. 20.
Abhänge des Donauthales bei Regensburg.

Porcellio serialis C. Koch Deutschl. Crust. etc. 34. 18.
Im Stadtgraben von Regensburg.

Porcellio crassicornis C. Koch Deutschl. Crust. etc. 34. 19.
Nicht selten im Stadtgraben von Regensburg.

Cylisticus Schnitzl.

Cylisticus convexus De Géer.

Oniscus convexus De Géer Mém. pour servir à l'histoire des insectes VII. 553. tab. 35 f. 11.
Porcelli laevis C. Koch Deutschl. Crust. etc. 6. 1.
Cylisticus convexus Budde Lund. Crust. Isop. terr. p. 77.

Hochgewölbt, sehr fein dicht eingestochen punktiert, glänzend, glatt, nur an den Seiten der vorderen Segmente undeutlich granuliert.

Der Kopf glatt, etwas uneben, an der hinteren Rundung nicht erhöht. Der Ocellenhügel länglich rund; die Augen nicht sehr dicht stehend. Der mittlere Stirnfortsatz wenig vorstehend, spitz dreieckig. Die seitlichen

Stirnfortsätze grofs, breit, etwas schief nach Aufsen gerichtet; am Innenrande leicht gerundet, vorn schräg abgestutzt; der Aufsenrand gerade. Das Epistoma mit scharfer Mittellängskante.

Das dritte Glied der äufseren Antennen ohne Zahnfortsatz; das vierte und fünfte ohne Furchen, letzteres ca. $1\frac{1}{2}$ mal so lang als das vierte und fast so lang als die beiden Glieder der Fühlergeifsel; diese gleichlang.

Von den Körpersegmenten ist das erste am Hinterande etwas mehr — das zweite kaum bemerkbar rund ausgeschnitten; die Hinterrandswinkel des ersten Segmentes spitz; der Hinterrand der übrigen Körpersegmente gerade, mit gerundeten Hinterecken.

Die Epimeren der vordersten Körpersegmente weitschichtig fein granuliert.

Die Epimeren des Schwanzes mit spitzen Hinterrandsecken; das letzte Segment fast halbkreisförmig ausgerandet, so lang als der Analring. Dieser so lang als breit, in einer langen, sehr scharfen, in der Mittelline kielartig erhöhten Spitze endend.

Die äufseren Anhänge der Analbeine mit breitem Basalgliede, welches kürzer als der Analring ist; das zweite Glied schmal, mit geraden Seitenrändern, am Ende spitz. Die inneren Anhänge nur wenig länger als der Analring.

Länge 11 mm, Breite 4,5 mm. Nach B. C. Länge 10—13 mm, Breite ♂ 4—4,5 ♀ 5—5,5 mm.

Graubraun, beiderseits über den Epimeren der sämtlichen Körpersegmente eine Reihe von gelblichweifsen Fleckchen; von gleicher Farbe die Epimeren des Körpers und des Schwanzes. Die Mitte der Körperwölbung beiderseits mit gelblichem Fleckchen. Unterseite und Beine, so wie das Basalglied der äufseren Antennen und die Fortsätze der Analbeine gelblichweifs.

Bei Nürnberg selten, häufiger im fränkischen Jura (Muggendorf); bei Wipfeld am Main und Seeshaupt am Starnberger See. In Tirol bei Meran und am Gardasee (Torbole). In Würtemberg sehr verbreitet; Stuttgart (Degerloch), Bietigheim, Ludwigsburg (Monrepos), Kochendorf, Langenargen, Neckarsulm, Herrenberg (Kgl. Naturalienkabinet in Stuttgart).

Metoponorthus Budde Lund.

Metoponorthus amoenus C. Koch.

Porcellio amoeonus C. Koch Deutschl. Crust. etc. 34 f. 11. 12.
Metoponorthus amoenus Budde Lund Crust. Isopod. terr. p. 165.

Der Kopf fein nadelrissig punktiert, hinten stark gerundet, mit feiner wenig erhöhter Randkante.

Der Ocellenhügel grofs, hinten spitz.

Der mittlere Stirnfortsatz kaum vorstehend, flach breit gerundet. Die seitlichen Stirnfortsätze klein, kaum mehr als halbsolang als der Ocellenhügel, gerundet, mit etwas wulstigen Rändern.

Das dritte Glied der äufseren Antennen ohne Zahn, das fünfte ca. $^1/_3$ länger als das vierte, beide nicht gefurcht. Das zweite Glied der Fühlergeifsel länger als das erste.

Der Körper gewölbt, glatt, matt glänzend, dicht fein nadelrissig punktiert, beiderseits der Mitte mit leicht vertieften, nicht punktierten Strichelchen. Die beiden vordersten Segmente am Hinterrande nicht eingebuchtet; jene der übrigen kaum merklich ausgerandet. Die Hinterecken der vorderen Segmente abgerundet, jene der hinteren etwas spitz vorstehend.

Die Schwanzsegmente fein nadelrissig punktiert mit sehr spitzen, in der Mitte kielförmig erhöhten Epimeren, jene des letzten Segmentes kürzer als der Analring. Dieser länger als an der Basis breit, hinten mit leicht gewölbter feiner Spitze.

Die äufseren Anhänge der Analbeine mit sehr kurzem, am Ende schräg abgestutztem Basalgliede; das Endglied schmal, mit sehr spitzem Ende. Die inneren Anhänge nur wenig länger als der Analring; am Ende mit langer steifer Borste.

Länge 8 mm, Breite 4 mm. Nach B. L. Länge 9 mm, Breite 4 mm.

Schwarzbraun, oben beiderseits der Mitte und an den Epimeren der Körpersegmente gelblich gefleckt oder gestrichelt; über sämtlichen Körpersegmente verlaufend eine zuweilen undeutliche Längsreihe weifslicher Fleckchen. Der Schwanz mit den Epimeren gröfstenteils schwarz mit kaum erkennbaren braunen Flecken. Das Basalglied der äufseren Anhänge der Analbeine gröfstenteils schwärzlich, das Endglied und die inneren Anhänge blafsgelb. Die Antennen schwärzlichbraun, die beiden ersten Glieder derselben gelblich. Die Unterseite und Beine weifslichgelb, letztere undeutlich schwarz gefleckt.

Im Moose und im Mulm alter Bäume bei Nürnberg (Gritz) und im fränkischen Jura bei Muggendorf.

Metoponorthus pruinosus Brdt.

Porcellio pruinosus Brandt Consp. Monogr. Crust. onisc. 19. 26.
Porcellio maculicornis C. Koch Deutschl. Crust. etc. 34. 16.

Der Kopf netzartig runzelig gekörnt, nur auf den Erhöhungen eingestochen punktiert, am Hinterrande leicht gerundet; der erhöhte Hinterrand gerundet. Der Ocellenhügel länglich rund, länger als der seitliche Stirnfortsatz; dieser klein, vorn gerundet, mit sehr kurzen, weifsen Borstchen weitschichtig bewachsen; der mittlere Stirnfortsatz kaum vorstehend, mit sanfter, breiter Rundung.

Das dritte Glied der äufseren Antennen mit einem mäfsig langen Zahne, das vierte und fünfte sehr fein der Länge nach gefurcht; die Fühlergeifsel viel kürzer als das fünfte Glied des Schaftes; das erste Glied derselben fast doppelt so lang als das Endglied. —

Der Körper mäfsig gewölbt, matt glänzend (beim lebenden Tiere soll er wie bereift erscheinen); der Vorderteil der Segmente schwach erhöht,

der Quere nach weitschichtig fein gekörnt, die Körner auch auf die Epimeren sich herabziehend; der breite Hinterrandssaum runzelig uneben und weitschichtig punktiert.

Der Hinterrand der Segmente eins, zwei, drei und vier gerade, jener der übrigen leicht buchtig.

Die Epimeren der vorderen Segmente mit erhöhtem Aufsenrande, die Hinterrandsecken der vier vorderen abgerundet, jene der hinteren spitzer.

Das letzte Körpersegment halbkreisförmig ausgeschnitten.

Der Schwanz abgesetzt verschmälert, weitschichtig fein gekörnt und mit sehr kurzen, weifsen Borstchen besetzt; die Epimeren sichelförmig und sehr spitz endend, die des letzten Segmentes kaum bemerkbar kürzer als der Analring.

Der Analring sehr kurz, viel breiter als lang, die sehr scharfe Spitze oben fast eben; mit undeutlicher Furche.

Das Basalglied der äufseren Anhänge der Analbeine fast so lang als der Analring, am Aufsenrande geschlitzt; das Endglied lang, mit erhöhtem Aufsenrande, an der Basis innen gerundet, vorn sehr verschmälert zulaufend und scharfspitzig endend; die inneren Anhänge viel länger als der Analring, mit kurzer Endborste.

Länge 10 mm, Breite 4,5 mm. Nach B. L. Länge 9—12 mm, Breite 4—5,3 mm.

Rötlichgrau, beiderseits der Mitte weifslich gefleckt und getüpfelt. Die Aufsenränder der Körper- und die Spitzen der Schwanzsegmente weifs. Die Unterseite und die Beine gelblichweifs. Die äufseren Antennen schwärzlichgrau; die Gelenkenden des vierten und fünften Gliedes schmäler oder breiter weifs.

An Häusern unter Steinen.

Scheint in Norddeutschland häufig vorzukommen; ich besitze zahlreiche Exemplare aus Sternberg in Mecklenburg. In Württemberg wurde diese Art bis jetzt nur in den kgl. Anlagen bei Stuttgart gefunden; in Bayern noch gar nicht beobachtet. — Ich selbst sammelte sie am Gestade des Gardasees bei Torbole unter angeschwemmtem Holze.

Metoponorthus Benaci nov. spec.

Der Kopf glänzend, hinten gerundet, mit schwach erhöhter, feiner Randkante, nur vorn leicht gerunzelt, sonst glatt, bräunlichgelb, netzartig schwarz gezeichnet und nur auf dieser Zeichnung weitschichtig eingestochen punktiert.

Der mittlere Stirnfortsatz nur als breit gerundete Erhöhung bemerkbar. Die äufseren Stirnfortsätze klein, viel kürzer als der Hügel der Ocellen; Aufsen- und Innenrand fast gerade, am Vorderrand ist der Fortsatz wulstig gerundet.

Der Ocellenhügel grofs, länglich, vorn gerundet, hinten spitz.

Das Epistoma glatt, sehr glänzend; die Mittellinie kantig erhöht.

Das dritte Glied der äufseren Antennen ohne Zahn, das vierte und fünfte Glied ohne Furchen; das letztere ca. $^1/_3$ länger als das vierte.

Die Glieder des Flagellum von gleicher Länge; zusammen kaum so lang als das fünfte Glied des Schaftes.

Der Körper gewölbt, glänzend, mit Ausnahme der beiderseits der Mittellinie sich befindenden, leicht erhöhten Strichelchen überall weitschichtig eingestochen punktiert. Die Segmente eins bis vier am Hinterrande gerade; die drei letzten am Hinterrande leicht eingebuchtet.

Die Epimeren der vier vorderen Segmente fast ganz glatt, jene der hinteren weitschichtig mit feinen Körnern besetzt, hinten spitz.

Der Schwanz nicht abgesetzt verschmälert, die Segmente mit einer Körnerreihe am Hinterrande. Die Epimeren sichelförmig nach hinten gebogen, mit scharfer Spitze endend.

Der Analring seitlich rund eingebuchtet, so lang als breit, fast der ganzen Länge nach gefurcht, hinten spitz endend.

Das Basalglied der äufseren Anhänge der Analbeine kürzer als der Analring, vorn schräg abgestutzt. Das Endglied aus breiter, innen gerundeter Basis in eine scharfe Spitze verschmälert zulaufend; der Aufsenrand scharf. Die inneren Anhänge länger als der Analring, lang behaart, mit mäfsig langer Endborste.

Länge 13 mm, Breite 6 mm.

Schwärzlichgrau; beiderseits der Mitte der Körpersegmente mit gelblichen Strichelchen und Fleckchen; der Hinterrand der Segmente und der Aufsenrand der Epimeren schmal weifs gesäumt; die Schwanzsegmente in der Mitte mit einer Längsreihe gelblicher Tupfen, welche sich auch beiderseits, jedoch schwer erkennbar zeigen. Der Analring beiderseits hinter der Basis mit einem gelblichen Fleckchen. Die Anhänge der Analbeine, sowie die Antennen schwärzlichgrau. Die Unterseite und die Beine gelblichweifs, letztere schwärzlich gefleckt.

Bei Torbole am Gardasee.

Metopon. Benaci ist die gröfste Art dieses Genus in dem Gebiete, welches diese Abhandlung umfafst.

Philoscia Latr.

Philoscia muscorum Scop.

Oniscus muscorum Scop. Entom. Carn. 415. 1145.
Oniscus agilis C. Koch Berichtig. zu Deutschl. Crust. etc. 209. t. 8. f. 100.
Philoscia muscorum Budde Lund Crust. Isop. terrestr. p. 207.

Niedergewölbt; der Körper seitlich leicht gerundet; der Schwanz abgesetzt verschmälert; die Rückenseite sehr glänzend, glatt, äufserst fein chagriniert und weitschichtig fein eingestochen punktiert.

Der Kopf hinten und seitlich gerundet, stark gewölbt, wie der Körper — doch etwas gröber punktiert; die seitlichen Fortsätze lang und schmal; die Mitte des Vorderrandes etwas eckig vorgezogen.

Die Ocellenhügel fast die ganze seitliche Länge einnehmend, von fast dreieckiger Form; die Augen grofs, in vier bis fünf Reihen geordnet.

Die Epistoma gewölbt, mit zwei tiefen Querfurchen.

Die äufseren Antennen feingliederig, die halbe Körperlänge überragend; das zweite und dritte Glied gleichlang, das vierte $1^2/_3$ mal so lang als das dritte, das fünfte $1^1/_2$ mal so lang als das vierte. Das Flagellum dreigliederig; das Mittelglied kürzer als das erste oder dritte.

Die fünf vorderen Körpersegmente mit geradem Hinterrande, das sechste und siebente seitlich am Hinterrande ganz schwach eingebuchtet. Der freie Rand der Epimeren mit feinerhöhter Leiste. Über dem Rande der Epimeren eine vertiefte Linie.

Die drei letzten Schwanzsegmente mit scharfspitzigen Epimeren.

Der Analring sehr klein, halb so lang als breit, hinten spitz, seitlich leicht eingebuchtet.

Das erste Glied der äufseren Anhänge der Analbeine kurz, breit, am Ende gerade abgestutzt; das Endglied aus breiter Basis spitz zulaufend, mit mäfsig langer Endborste. Die inneren Anhänge den Analring weit überragend, lang behaart, gegen das Ende verschmälert, mit einer Endborste.

Länge 7 mm, Breite 3,5 mm; nach B. L. Länge 8—13 mm, Breite 4—6,5 mm.

Bräunlichgelb, schwarzbraun getüpfelt; der Kopf dunkelbraun; die Epimeren der Körpersegmente mit schwarzem Randsaum, über denselben eine Doppelreihe gelblichweifser Fleckchen; in der Mittellinie ein breiter, dunkler Längsstreifen, durch eine gelbliche Linie geteilt. Auf den dunkelbraunen Schwanzsegmenten zwei oder drei Längsreihen gelblicher Fleckchen. Das Endglied der äufseren Anhänge der Analbeine gelblich oder rötlich. Die äufseren Antennen rötlichgrau; die drei ersten Glieder derselben gelblichweifs, von gleicher Farbe die Beine, die Tarsen derselben schwärzlich.

Philoscia muscorum wurde bis jetzt in Bayern noch nicht gefunden; in Württemberg jedoch scheint sie nicht sehr selten vorzukommen; im kgl. Naturalienkabinet zu Stuttgart finden sich Exemplare aus der Umgebung Stuttgarts selbst (Bopserwald, Degerloch und Hesslach) vor.

Philoscia madida Budde Lund.

Philoscia madida Budde Lund Crust. Isopoda terrestr. p. 217.

Gewölbt, glänzend, glatt, weitschichtig punktiert; in den Seiten nur wenig gerundet, am Schwanze abgesetzt stark verschmälert.

Der Kopf hinten und seitlich gerundet, gewölbt, glatt, am Vorderrande breit gerundet.

Die Ocellenhügel länglich rund, fast die ganze seitliche Länge einnehmend; die Ocellen sehr grofs, nicht dicht beisammen, in Querreihen geordnet.

Das Epistoma gewölbt, mit einem Quereindrucke.

Das zweite und dritte Glied der äufseren Antennen gleichlang, das vierte ca. 1½ mal so lang als das dritte, das fünfte 1½ mal so lang als das vierte. Das Flagellum nur wenig kürzer als das fünfte Glied des Schaftes; das erste Glied fast so lang als das zweite und dritte zusammen, das dritte nur wenig länger als das Mittelglied.

Die drei ersten Körpersegmente hinten gerundet, die drei folgenden mit rechtwinkeliger Hinterrandsecke; das sechste mit vorspringender etwas stumpfer Ecke des Hinterrandes.

Die Schwanzsegmente mit sehr kurzen, hinten spitz endenden Epimeren.

Der Analring sehr kurz, dreieckig, am Ende scharfspitzig, eben.

Das Basalglied der äufseren Anhänge der Analbeine sehr kurz, doch etwas länger als der Analring; das zweite Glied lang, aus breiterer Basis in geraden Linien verschmälert zulaufend. — Die inneren Anhänge zylindrisch, licht behaart, viel länger als der Analring.

Länge 7—9 mm, Breite 3,5—4 mm.

Graubraun, über den Epimeren eine Längslinie strichartiger weifser Fleckchen, beiderseits der Mitte des Körpers unregelmäfsige, weifse Fleckchen und Tüpfelchen, an den Schwanzsegmenten vier Längsreihen weifser Punktflecken. — Die vier ersten Glieder der äufseren Antennen hellbräunlichgelb, die übrigen und das Flagellum schwärzlichgrau. Die Beine grauweifs, dunkler gefleckt.

Vorkommen: in Württemberg bei Stuttgart (Bopser Wald); scheint sehr selten zu sein; nur ein Exemplar im kgl. Naturalienkabinet zu Stuttgart.

Philoscia Fischeri nov. spec.

Gewölbt, in den Seiten wenig gerundet, glatt, matt glänzend, nicht sehr dicht eingestochen punktiert.

Der Kopf gewölbt, hinten und in den Seiten gerundet, weitschichtig fein gekörnt. — Die Ocellenhügel grofs, länglich rund, den Vorderrandsecken des Kopfes genähert; die Ocellen in nicht sehr dicht stehende Querreihen geordnet. — Der Vorderrand des Kopfes stark abwärts gebogen, beiderseits rundlich eingebuchtet, — das Epistoma etwas oberhalb der Mitte mit einer tiefen Querfurche.

Die äufseren Antennen dünngliederig, lang; das vierte Glied doppelt so lang als das dritte; das fünfte so lang als das dritte und vierte zusammen. — Die Glieder des Flagellum gleichlang; das dritte am Ende spitz.

Das erste Körpersegment hinten gerundet, mit abgerundeten, nicht vorstehenden Hinterecken; das zweite bis fünfte Segment mit geradem Hinterrande und rechtwinkeligen Hinterrandsecken der Epimeren; die Epimeren des vorletzten Segmentes wenig — jene des letzten hinten schärfer spitzig verlängert.

Der Schwanz stark abgesetzt verschmälert, mit sehr spitzen, nach Hinten gebogenen Epimeren.

Der Analring dreieckig, sehr kurz, eben, hinten spitzig.

Das Basalglied der äufseren Anhänge der Analbeine kurz, am Ende schräg abgestuzt; das Endglied lang, aus breiter Basis in eine etwas stumpfe Spitze endend. — Die inneren Anhänge stark behaart, zylindrisch, viel länger als der Analring.

Länge 7,5 mm, Breite 3,5 mm.

Dunkelbraun; die Basis und hintere Ecke der Epimeren an den Körpersegmenten, eine Doppelreihe, schwärzlich getüpfelter Flecken beiderseits der Mittellinie, letztere auch auf die Schwanzsegmente sich fortsetzend, bräunlichgelb. Der Kopf schwarzbraun, bräunlichgelb marmoriert. — Die äufseren Antennen schwarz; die beiden ersten Glieder bräunlichgelb, die übrigen Glieder an der Basis und am Ende rötlichgelb geringelt. Die Beine und die äufseren Anhänge der Analbeine bräunlichgelb; an ersteren die Schenkel mit schwarzen Fleckchen.

Zwei Exemplare aus der schwäbischen Alb (Teck) im kgl. Naturalienkabinet in Stuttgart; von Herrn Dr. Fischer entdeckt.

Mit Philoscia madida Budde Lund «Crust. Isopoda terrestr. p. 217« sehr verwandt; von dieser jedoch durch den stark abgesetzten Schwanz, die gleich langen Glieder des Flagellum und das tief quergefurchte Epistoma leicht zu unterscheiden.

Oniscus Latr.

Die vordersten Körpersegmente seitlich am Hinterrande eingebuchtet.

Über 10 mm grofse Art:

Oniscus murarius Cuv.

Nicht über 5 mm grofse Arten:

Das erste Glied des Flagellum sehr klein, Glied zwei etwas länger, Glied drei wenigstens $^1/_3$ länger als zwei; das letzte Körpersegment beiderseits und das erste Schwanzsegmentin der Mitte lebhaft gelbrot gefärbt:

Oniscus taeniola C. Koch.

Das erste und zweite Glied des Flagellum gleichlang, das dritte $1^1/_2$ bis 2 mal so lang als eines der beiden anderen; das letzte Körper- und das erste Schwanzsegment ohne auffallende besondere Färbung:

Die Körpersegmente beiderseits mit kleinen Längsbeulen:

Oniscus languidus nov. spec.

Die Körpersegmente beiderseits mit kreisrunden beulenartigen Erhöhungen:

Oniscus Lamperti nov. spec.

Die vordersten Körpersegmente seitlich am Hinterrande nicht eingebuchtet:

Der Vorderrand des Kopfes ohne äufsere Fortsätze:

Oniscus madidus C. Koch.

Der Vorderrand des Kopfes mit äufseren Fortsätzen:

Oniscus minutus C. Koch.

Oniscus murarius Cuv.

Oniscus murarius Cuv. Journ. hist. nat. II. 22. t. 26 f. 11—13.
Oniscus Asellus C. Koch Deutschl. Crust. etc. 22. 23.
Oniscus murarius Budde Lund Crust. Isop. terr. p. 202.

Nicht sehr hoch gewölbt, matt glänzend, vom zweiten Dritteile der Länge an nach Hinten allmählich verschmälert, fein eingestochen punktiert; auf den Körpersegmenten beiderseits der Mitte mit höckerigen Querwulsten.

Der Kopf hinten und seitlich leicht gerundet, flachhöckerig uneben; der Hinterrand erhöht.

Die seitlichen Fortsätze schmal, lang, tief ausgehöhlt, stark schräg nach Aufsen gerichtet, vorn gerundet; der mittlere kurze Fortsatz eckig in das Epistoma übergehend, fein gerandet, mit einem kleinen Grübchen.

Die Ocellenhügel länglich, vorn gerundet, hinten etwas spitz zulaufend, dicht am Seitenrande, von der Vorderecke entfernt.

Das Epistoma gewölbt, unten schräg vortretend, durch eine Querfurche vom oberen Teile abgesondert.

Das dritte Glied der äufseren Antennen ca. $1\frac{1}{2}$ mal so lang als das zweite, das vierte fast noch einmal so lang als das dritte; das fünfte ca. $1\frac{2}{3}$ mal so lang als das vierte und so lang als das Flagellum; von diesem das erste und dritte Glied gleichlang, das mittlere halb so lang als eines der beiden anderen.

Die beiden ersten Körpersegmente seitlich am Hinterrande eingebuchtet. — Die Epimeren fein granuliert, mit spitzen Hinterwinkeln; der freie Rand mit leicht erhöhtem Saume.

Die beiden ersten Schwanzsegmente kürzer als die übrigen; die Epimeren der Schwanzsegmente fein gekörnt, am hintern Ende spitz; jene des letzten Segmentes deutlich divergierend, kürzer als der Analring. Dieser in der Mitte der Länge nach erhöht, in eine lange, schmale, scharfe Spitze endend.

Das Basalglied der äufseren Anhänge der Analbeine kürzer als der Analring, oben gewölbt, aufsen leicht gerundet; das zweite Glied so lang als das erste, schmäler als dieses, am Ende spitz. Die inneren Anhänge länger als der Analring, dünn, sehr kurz behaart.

Länge 15 mm, Breite 7,5 mm; nach B. L. Länge 12—18 mm, Breite ♂ 5—6 ♀ 6—9 mm.

Schwärzlich grau; die Körpersegmente in der Mitte und über den Epimeren dunkler gefärbt, über den letzteren beiderseits ein Längsreihe gelblicher Fleckchen; die Epimeren selbst an der Endhälfte blafsgelb; jene der Schwanzsegmente fast gelblichweifs, ebenso die Unterseite und die Beine gefärbt. Die Anhänge der Analbeine und die äufseren Antennen grau; an letzteren die beiden ersten Glieder gelblichweifs.

Oniscus murarius ist wohl die am häufigsten und in sehr grofser Verbreitung vorkommende Isopode. Man findet sie unter Steinen besonders in der Nähe von Häusern in Gärten, auch unter dem losen Mörtelbewurfe von Mauern.

Oniscus taeniola C. Koch.

Porcellio taeniola C. Koch Deutschl. Crust. etc. 6; 2.
Oniscus taeniola C. Koch Deutschl. Crust. etc. 34. 20.
Oniscus taeniola Budde Lund Crust. Isop. terr. p. 206.

Gewölbt, in den Seiten gleichbreit, am Schwanze allmählich verschmälert, fast glanzlos.

Der Kopf seitlich wenig — an den Hinterecken stark gerundet, mit fast geradem, etwas erhöhtem Hinterrande, in der Mitte der Quere nach gefurcht, höckerig uneben; der Vorderrand in der Mitte gerundet vorragend. Die seitlichen Fortsätze schräg stehend, tief ausgehöhlt, mit wulstigem Randsaume.

Die Ocellenhügel in die seitlichen Fortsätze hineinragend, vorn gerundet, hinten spitz; die Augen nicht gedrängt stehend.

Das Epistoma gewölbt, sehr fein netzartig.

Die äufseren Antennen weitschichtig mit sehr kurzen Borstchen besetzt; das zweite und dritte Glied gleichlang, das vierte merklich kürzer als das fünfte. — Das erste Glied des Flagellum sehr kurz, das zweite wenigstens um $^1/_3$ kürzer als das dritte; dieses sehr spitz zulaufend, mit feiner Endborste.

Die drei ersten Körpersegmente am Hinterrande seitlich rund eingebuchtet; das hintere Ende an den Epimeren, besonders jenen der letzten Segmente spitzig; die vordere Hälfte der Segmente grobkörnig rauh, die hintere sehr fein granuliert. der Hinterrand äufserst fein crenuliert.

Die Schwanzsegmente und deren Epimeren fein gekörnt; letztere lang, schmal, am hinteren Ende scharfspitzig.

Der Analring so lang als breit, leicht gewölbt, hinten spitz endend.

Das Basalglied der äufseren Anhänge der Analbeine dick, gewölbt, am Ende gerade abgestutzt; das Endglied kurz, spitzeiförmig. Die äufseren Anhänge cylindrisch, den Analring überragend.

Länge 4 mm, Breite 1,5 mm.

Schwarzbraun, über den Epimeren der Körpersegmente je ein weifses Fleckchen, zusammen beiderseits eine Längsreihe bildend; das letzte Körpersegment zu beiden Seiten und das erste Schwanzsegment in der Mitte lebhaft gelbrot; auf den Schwanzsegmenten eine Doppelreihe weifser Punktfleckchen. Die äufseren Antennen schwärzlichgrau, die beiden ersten Glieder blafsgelb. Die Beine gelblichweifs.

Nach C. Koch häufig im Stadtgraben von Regensburg. In Württemberg bisher nur bei Stuttgart gefunden; im kgl. Naturalienkabinet durch zwei Exemplare vertreten.

Oniscus taeniola ist ganz gewifs eine selbständige Art und kann nicht als Oniscus murarius im unentwickelten Zustande angesehen werden. Aufser der ganz auffallenden Färbung des letzten Körper- und ersten Schwanzsegmentes sind die Hinterränder sämtlicher Segmente fein crenuliert, das erste Glied des Flagellum ist sehr kurz, viel kürzer als das zweite

und noch bedeutend kürzer als das Endglied. Die Epimeren des fünften Schwanzsegmentes sind merklich kürzer als der Analring und dieser viel kürzer als bei Oniscus murarius.

Oniscus languidus nov. spec.

Gewölbt, matt glänzend, in den Seiten ziemlich gleich breit, am Schwanze allmählich verschmälert.

Der Kopf hinten und seitlich gerundet, der Quere nach unregelmäfsig gerunzelt, vorn in der Mitte vorstehend gerundet. Die äufseren Fortsäze am Vorderrande halbkreisförmig.

Der Ocellenhügel grofs, länglich rund, vorn an die äufseren Fortsätze angrenzend. Die Ocellen in lockeren Querreihen geordnet.

Das Epistoma gewölbt, sehr fein netzartig.

Das erste und zweite Glied der äufseren Antennen von gleicher Länge, das fünfte ca. $^1/_3$ länger als das vierte. — Die beiden ersten Glieder des Flagellum gleich lang, das spitze Endglied noch einmal so lang als das Mittelglied.

Die Körpersegmente in der Mitte und am Hinterrande feiner — beiderseits gröber gekörnt, und hier mit kleinen Längsbeulen nebenbei besetzt; die Epimeren fein granuliert; der Hinterrand der Segmente mit kurzen Borstchen besetzt. — Die ersten drei Segmente hinten seitlich stark eingebuchtet; diese wie die übrigen mit scharf spitzen Hinterrandsecken.

Der Schwanz nicht abgesetzt verschmälert, mit langen, rückwärts gebogenen, am Ende spitzen Epimeren.

Der Analring kürzer als breit, allmählich spitz zulaufend.

Die äufseren Anhänge der Analbeine fehlen; die inneren zylindrisch, dünn behaart, länger als der Analring.

Länge 5 mm, Breite 2 mm.

Grau, über den Epimeren weifsliche Fleckchen, eine Längsreihe bildend; in der Mittellinie ein undeutlicher weifser Längsstreifen; die äufseren Antennen dunkel rötlichgrau; die beiden ersten Glieder derselben lichter gefärbt. Die Beine rötlichgrau.

Ein Exemplar im Stuttgarter kgl. Naturalienkabinet bei Monrepos (Ludwigsburg) gesammelt.

Oniscus Lamperti nov. spec.

Mäfsig gewölbt, fast glanzlos, fein netzartig, in den Seiten wenig gerundet, am Schwanze allmählich verschmälert.

Der Kopf am Hinterrande wenig — in den Seiten mehr gerundet, mit zwei Querreihen flacher, runder, beulenartiger Körner. Der Vorderrand in der Mitte rundlich vorspringend; die äufseren Fortsätze grofs, nur wenig schräg; vorn gerundet, flach gerandet.

Die Ocellenhügel vorn gerundet, hinten spitz, dicht an den äufseren Fortsätzen liegend; die Ocellen weitschichtig in drei Querreihen verteilt.

Das vierte Glied der äufseren Antennen mindestens $1^1/_2$ mal so lang als das dritte; das fünfte ca. $1^3/_4$ mal so lang als das vierte. Die beiden ersten Glieder des Flagellum von gleicher Länge, das dritte ca. $1^1/_2$ mal so lang als eines der ersten.

Die drei vordersten Körpersegmente am Hinterrande in den Seiten rundlich eingebuchtet; die übrigen nach Hinten mit stumpfer Spitze vorstehend; die Körpersegmente mit sehr kurzen — die Schwanzsegmente mit längeren Börstchen besetzt. — Die Körpersegmente vorn mit runden, niederen, beulenähnlichen Granulationen; hinten wie auch die Schwanzsegmente fein gekörnt.

Die Epimeren der Schwanzsegmente schmal, lang, stark nach Hinten gekrümmt, am Ende spitz.

Der Analring etwas länger als breit, leicht gewölbt, hinten spitzig.

Das Basalglied der äufseren Anhänge der Analbeine kürzer als der Analring, am Ende schräg abgestutzt; das Endglied aus breiter, gerundeter Basis spitz zulaufend.

Die inneren Anhänge der Analbeine gerade, dünn, cylindrisch, licht behaart, den Analring nicht überragend.

Länge 4 mm, Breite 2 mm.

Dunkelgrau, über den Epimeren der Körpersegmente beiderseits eine Reihe weifslicher Fleckchen; beiderseits der Mitte eine Reihe von gröfseren, rötlichgrauen, undeutlichen Flecken. Die Epimeren der Körpersegmente mit weifslichen Hinterrandsecken; die äufseren Antennen und die äufseren Anhänge der Analbeine grau; die Beine gelblichweifs.

Ein Exemplar vom Hohenlandsberg (Mittelfranken Bayern) im kgl. Naturalienkabinet zu Stuttgart; dasselbe wurde von Herrn Oberstudienrat Prof. Dr. Lampert entdeckt.

Oniscus madidus C. Koch.

Oniscus madidus C. Koch Deutschl. Crust. etc. 34. 20.

An der vorderen Körperhälfte höher, — hinten niederer gewölbt, matt glänzend, alle Körper- und Schwanzsegmente und die Epimeren fein gekörnt, ohne eingestochene Punkte.

Der Kopf im Umrisse halbkreisförmig, ohne Fortsätze am Vorderrande nur an dessen Ecken etwas vorragend; die Fläche fein gekörnt mit glatten, glänzenden Stellen. Das Epistoma gewölbt, beiderseits der Mitte vertieft.

Die Ocellenhügel grofs, die ganze Seite einnehmend, nach hinten verschmälert, dicht an den Vorderecken.

Das vierte Glied der äufseren Antennen länger als das dritte; das fünfte ca. $1^2/_3$ mal so lang als das vierte. Das Flagellum kürzer als das fünfte Glied; das erste und dritte Glied desselben gleich lang, doch nur wenig länger als das Mittelglied.

Das erste bis vierte Körpersegment mit geradem Hinterrande, die die übrigen Segmente seitlich am Hinterrande eingebuchtet, mit vorspringenden Hinderrandsecken; das letzte einen hohen Bogen bildend.

Die Schwanzsegmente ziemlich von gleicher Länge, kaum bemerkbar abgesetzt verschmälert; die Epimeren sehr schmal, stark gekrümmt, scharf spitzig; jene des letzten Segmentes den Analring überragend; dieser sehr klein, dreieckig mit scharfer Spitze.

Das erste Glied der äufseren Anhänge der Analbeine kürzer als der Analring, am Ende schräg abgestutzt; das Endglied sehr lang, schmal, gegen das Ende spitz.

Länge 6,5 mm, Breite 4 mm.

Rötlichbraun, schwarz getüpfelt; in der Mittellinie und beiderseits über den Epimeren je eine Längsreihe gelblicher Fleckchen, welche sich auch auf die Schwanzsegmente fortsetzt; zwischen den seitlichen und der Mittelreihe gröfsere Flecken, durch gelbliche Strichelchen gebildet. Die Epimeren der Körpersegmente und jene des Schwanzes an der Spitze gelblich. Die äufseren Anhänge der Analbeine mit rötlichgelbem Endgliede. Die äufseren Antennen schwärzlichgrau. Die Unterseite und die Beine bräunlichgelb, letztere dunkler gefleckt.

Südtirol, bei Bad Ratzes; von C. Koch bei Carlsbad (Böhmen) gesammelt.

Ich möchte bezweifeln, dafs Philoscia madida Budde Lund (Crust. Isop. terr. p. 217) als Oniscus madidus C. Koch anzusehen ist. Bei Philoscia madida ist das Mittelglied des Flagellum viel kürzer als das erste; die Körpersegmente sind laeves; nach der Beschreibung von C. Koch ist der Körper fein gerieselt (subtiliter granulatum) und nach der Abbildung (34. 20 *a*) ist das zweite Glied des Flagellum nur sehr wenig kürzer als das erste und dritte.

Oniscus minutus C. Koch.

Oniscus minutus C. Koch Deutschl. Crust. etc. 22. 24.

Der Kopf deutlich netzartig, mit unregelmäfsigen flachen Erhöhungen, mit einer Querfurche etwas hinter der Mitte, der Hinterrand scharfkantig, schön gerundet.

Der Ocellenhügel vorn gerundet, hinten spitz; die Ocellen wenig gedrängt stehend.

Der mittlere Stirnfortsatz wenig vorstehend, vorn in eine abgerundete Spitze endend. Die äufseren Fortsätze sehr schräg, vorn, innen und aufsen gerundet, kürzer als der Ocellenhügel.

Die äufseren Antennen kurzgliederig; die Glieder ohne Zähne und Furchen; das fünfte Glied so lang als das dritte und vierte zusammen. Das zweite Glied der Fühlergeifsel kürzer als das dritte.

Die Körpersegmente deutlich eingestochen punktiert; in der Höhe der Wölbung beiderseits der Mitte an der vorderen Hälfte und etwas darüber hinaus unregelmäfsig längsrunzelig, sonst sehr fein granuliert, der Hinterrand der fünf vorderen Segmente gerade, jener der übrigen leicht gebogen; die Epimeren breit, der Hinterwinkel an den letzten etwas spitz.

Die Schwanzsegmente allmählich an Breite abnehmend, leicht gewölbt, weitschichtig fein eingestochen punktiert; die Epimeren ebenfalls gewölbt, am Ende spitz, jene des letzten Segments so lang als der Annulus analis; dieser so lang als breit, an der Spitze gewölbt.

Das Basalglied der äufseren Anhänge der Analbeine kürzer als der Annulus analis, am Ende leicht schräg abgestutzt; das Endglied an der Basis innen gerundet, an der Spitze abgerundet. Die inneren Anhänge länger als das Analglied, mit sehr langer Endborste.

Länge 6 mm, Breite 3 mm.

Röthlichgrau, die Ränder der Epimeren weifs gesäumt; über denselben vom zweiten bis zum letzten Segmente eine Längsreihe weifslicher Fleckchen, beiderseits der Mittelline eine Längsreihe von Flecken, welche vorn spitz endend und hinten allmählich breiter werdend, sonach ziemlich dreieckig, von blafsroter Farbe. Auf den Schwanzsegmenten zwei hinten genäherte Längsreihen gelblichweifser Fleckchen; an der Basis des Analringes drei gelbliche, weifse Punktfleckchen in einer Querreihe. Die Antennen schwärzlichgrau. Die Beine rötlichweifs mit dunkleren Gelenkenden.

Südtirol, bei Seifs am Schlern. In Bayern bei Regensburg (C. Koch).

Die vorderen fünf Körpersegmente mit geradem, nicht eingebuchteten Hinterrande; bei Oniscus madidus C. Koch sind die vier vorderen Körpersegmente ohne Einbuchtung am Hinterrande; der Ocellenhügel steht dicht an der Vorderrandsecke des Kopfes, das Mittelglied des Flagellum ist nur wenig kürzer als die beiden anderen.

Von C. Koch beschriebene und abgebildete Art:

Oniscus fossor C. Koch Deutschl. Crust. 22. 22.
Regensburg im Stadtgraben.

Ligiae.

Trichoniscus Brandt.

Trichoniscus pusillus Brdt.

Trichoniscus pusillus Brandt Consp. monogr. Crust. Onisc. 12. t. 4. f. 9.
Trichoniscus (Itea) riparius C. Koch Deutschl. Crust. etc. 22. 17. Berichtig. etc. p. 204.

Körper gewölbt, mit gleichbreiten Körpersegmenten, glänzend, glatt, an den Schwanzsegmenten abgesetzt verschmälert.

Der Kopf gewölbt, glatt, halbkreisförmig; am Vorderrande breit gerundet; dessen Ecken nicht vorstehend.

Beiderseits drei kleine Ocellen, den Vorderrandsecken sehr genähert.

Die äufseren Antennen mit kurzen, abstehenden Borstchen besetzt, das dritte Glied kürzer und dicker als das vierte; dieses so lang als das fünfte, aber bedeutend dicker. Das Flagellum weifs, 3—4gliederig (die einzelnen Glieder schwer zu erkennen), am Ende mit langen Borstchen.

Das erste Körpersegment mit gerundetem Hinter- und Seitenrande, die vier folgenden mit rechtwinkeligen Hinterecken, diese am sechsten spitz, am siebenten in eine längere Spitze ausgezogen.

Die Schwanzsegmente kurz, gewölbt; das dritte, vierte und fünfte mit hinten spitzen, sehr kleinen Epimeren, das letzte mit einer breiten, dreieckigen Impression. — Der Analring kurz, in den Seiten gerundet, am Hinterrande rundlich eingebuchtet.

Das Basalglied der äufseren Anhänge der Analbeine kurz; das Endglied sehr lang, aus breiter Basis in eine feine Spitze endend. Die inneren Anhänge dünn, kürzer als die äufseren, ebenfalls gegen das Ende spitz.

Länge 3,5—4 mm, Breite 1—1,5 mm.

Braun, gelblich getüpfelt, oft in der Mittellinie ein lichter Längsstreifen. Die Beine gelblichweifs.

Bei Nürnberg und am Starnberger See (Seeshaupt). Nach C. Koch bei Regensburg häufig. In Württemberg sehr verbreitet, Stuttgart im Bopser Wald und Degerloch, Ludwigsburg bei Monrepos, Langenau bei Ulm, Wurzach, und an dem Neuffen in der schwäbischen Alb.

Trichoniscus roseus C. Koch.

Trichoniscus roseus (Itea) C. Koch Deutschl. Crust. etc. 22. 16.
Trichoniscus roseus Budde Lund Crust. Isopod. terr. p. 247.

Körper schmal, gleichbreit, flach gewölbt, glänzend, am Schwanze nur wenig abgesetzt verschmälert, das vorderste Körpersegment mit drei — die übrigen mit zwei Querreihen von Körnern.

Der Kopf halbkreisförmig mit zwei gebogenen Querreihen von Körnern; die Vorderrandsecken etwas vorstehend.

Die Augen einfach, sehr klein, rund, schwarz.

Das dritte Glied der äufseren Antennen nur wenig länger als das zweite; das vierte und fünfte Glied gleich lang; die Glieder des Flagellum kürzer als das fünfte des Schaftes.

Die vordersten Segmente mit geradem Hinterrande und abgerundeten Hinterecken der Epimeren; diese an dem vierten Segmente fast rechtwinkelig, an den übrigen eingebuchtet und spitz.

Die Epimeren der Schwanzsegmente sehr klein; die Segmente selbst mit einer Querreihe von Körnern.

Das Basalglied der äufseren Anhänge der Analbeine grofs, nur wenig kürzer als das Endglied, mit diesem einen spitzen Kegel bildend. Die

inneren Anhänge kürzer als die äufseren, länger als der Analring, dünn, zylindrisch.

Länge 2,5—4,5 mm, Breite 1—2,5 mm.

Ich besitze von dieser Art nur drei defekte und verschrumpfte Exemplare, welche ich unter angeschwemmten Holzstücken, Rinden und Blättern an den Ufern des Starnberger Sees bei Seeshaupt sammelte. — Nach C. Koch kommt Trich. roseus bei Regensburg unter Holzstücken und Steinen in Gärten und der Nähe von Häusern vor. In Württemberg scheint diese Art selten zu sein; das kgl. Naturalienkabinet in Stuttgart besitzt nur Exemplare von Neckarweihingen bei Ludwigsburg.

Von der anderen, bei uns vorkommenden Art des Genus Trichoniscus — Tr. pusillus — unterscheidet sich Trichon. roseus durch die sehr deutlichen Querreihen von Körnern am Kopfe und den Körpersegmenten, das viel gröfsere Basalglied der äufseren Anhänge an den Analbeinen und die zylindrische Form der inneren Anhänge.

Haplophthalmus Schöbl.

Haplophthalmus Mengei Zaddach.

Haplophthalmus Mengei Zaddach Syn. Crust. Prussic. prodromus. Zeitschr. für wissenschaftliche Zoologie XI. 444.

Haplophthalmus Mengei B. Lund Crust. Isop. terr. p. 250.

Länglich, schmal, nur am Kopfe und den Schwanzsegmenten verschmälert, gewölbt, fast glanzlos.

Der Kopf breiter als lang, seitlich gerundet, am scharfen Hinterrande flach eingebuchtet, dicht gekörnt, mit zwei seichten Querfurchen, vorn in der Mitte etwas spitz vorgezogen. Die seitlichen Fortsätze breit gerundet, dabei etwas eckig.

Ein Auge (Haplophthalmus) beiderseits, vom Seitenrande entfernt, mehr dem Hinterrande genähert.

Die äufseren Antennen dickgliedrig, kurz; das vierte Glied wenig länger als das dritte und kaum kürzer als das fünfte. Das Flagellum dreigliedrig, in eine feine Spitze endend.

Die vorderen Körpersegmente mit kaum bemerkbarer Einbuchtung, die hinteren am Hinterrande seitlich tief — fast eckig eingebuchtet; das erste Segment beiderseits mit je sechs — die übrigen Segmente mit je fünf fein gekerbten Längsrippen.

Die Epimeren der ersten Schwanzsegmente mit stumpfen — jene der übrigen mit ziemlich scharfen Hinterrandsecken, am dritten oben zwei oft undeutliche Längsrippen; zuweilen fehlen dieselben.

Die äufseren Anhänge der Analbeine schmal, konisch, mit mäfsig langer Endborste.

Die Farbe des ganzen Tierchens ist ein wenig in's Gelbliche spielendes Weifs.

Länge 2,5—3 mm, Breite 0,5—0,7 mm.

In unserem Gebiete bis jetzt nur in Württemberg, hier aber in gröfserer Verbreitung, beobachtet. — Tübingen (Meinert), aufserdem bei Waldenbronn (Efslingen), Neckarsulm, Neckarweihingen bei Ludwigsburg, Kochendorf, Degerloch und in den kgl. Anlagen in Stuttgart. — Auffallend ist, dafs diese Art in Bayern, wo sie doch sehr wahrscheinlich vorkommen dürfte, bisher noch nicht entdeckt wurde.

Ligidium Brandt.

Ligidium hypnorum Cuv.

Oniscus hypnorum Cuv. Jour. d'hist. nat. II 19. t. 26. f. 3—5.
Zio agilis C. Koch Deutschl. Ar. Myr. u. Crust. 34. f. 22. 23.
Ligidium hypnorum Budde Lund Crust. Isop. terr. p. 254.

Oben flach gewölbt, seitlich steil abfallend, glänzend, glatt, dicht sehr fein eingestochen punktiert, nach Hinten wenig verschmälert, mit abgesetzt verengtem Schwanze.

Der hintere Kopfrand fast gerade; die Seiten schwach gerundet; die Kopffläche glatt, kaum sichtbar punktiert; der Vorderrand in der Mitte rund vorstehend, beiderseits eingebuchtet, über der Einbuchtung eine tiefe Querfurche. Oberhalb der Augen eine abgekürzte, gebogene — vor dem Hinterrande eine durchlaufende Querfurche.

Die Ocellenhügel grofs; die Länge der Seiten einnehmend und dicht am Seitenrande, stark gewölbt; die Augen flach, sehr dicht stehend, in Reihen geordnet.

Das Epistoma seitlich und unten gerundet, mit zwei wenig ausgeprägten Querfurchen.

Das vierte Glied der äufseren Antennen fast doppelt so lang als das dritte, gegen das Ende leicht verdickt; das fünfte nur wenig länger als das vierte. Das Flagellum spärlich mit kurzen, weifsen Borstchen besetzt, 10—13gliederig; die Glieder etwas länger als breit; das Endglied $1^1/_2$ mal so lang als das vorletzte, am Ende spitz.

Das vorderste Körpersegment seitlich am Hinterrande sehr unbedeutend eingebuchtet; die Hinterrandsecken am dritten, vierten und fünften Segmente rechtwinkelig, an den beiden letzten etwas spitz. Die Epimeren mit zerstreuten, gröberen, vertieften Punkten und feinem erhöhtem Rande. Die drei hinteren Schwanzsegmente lang, mit sehr spitzen Hinterrandswinkeln. — Der Analring breit, kurz, mit gerundetem, am Ende eine kurze Ecke bildendem Hinterrande.

Das Basalglied der äufseren Anhänge der Analbeine kurz, das Endglied lang, gerade, fast stachelähnlich. Die inneren Anhänge länger als der Analring, am Ende nach Aufsen gekrümmt mit zwei sehr langen Endborsten.

Länge 7—8 mm, Breite 3—4 mm. Nach B. L. bis 10 mm Länge und 4 mm Breite.

Dunkelbraun, bräunlichgelb gefleckt; der Kopf schwarz; die Epimeren gelblichweifs; über denselben ein schwarzer Längsstreifen; meist ist auch ein gelblicher, durch kleine Fleckchen gebildeter Mittellängsstreifen vorhanden, welcher sich auch über die Schwanzsegmente fortsetzt. Die äufseren Antennen bräunlichrot; die Beine gelblichweifs.

Ligidium hypnorum besitzt grofse Ähnlichkeit mit Lig. melanocephalum C. Koch. Der Körper von Lig. hypnorum ist flacher gewölbt, der hintere Kopfrand ist kaum gerundet, der Vorderrand in der Mitte rundlich vorstehend, beiderseits eingebuchtet und zeigt über der Einbuchtung je eine tiefe Quergrube. Das vierte Glied der äufseren Antennen ist fast doppelt so lang — bei melanocephalum nur wenig länger als das dritte. Das Flagellum bei letzterer Art besteht aus 8—10 — bei hypnorum aus 10—13 Gliedern.

In ganz nassem Moose an sumpfigen Stellen der Wälder und Waldwiesen — auch sonst am Rande von Gräben und Teichen nicht selten bei Nürnberg; nach C. Koch scheint diese Art bei Regensburg sparsamer vorzukommen; in Württemberg sehr verbreitet: bei Stuttgart (Bopserwald, Degerloch, Hesslach), Rottweil, Waldenbronn bei Efslingen, Rohrackerwald und Langenau bei Ulm (kgl. Naturalienkabinet in Stuttgart).

Asellidae.

Asellus Geoffr.

Asellus aquaticus Linn.

Oniscus aquaticus Linn. Syst. nat. I. II. p. 1061 nr. 13.
Asellus vulgaris Latr. Gen. Crust. etc. Insect. p. 63 u. 1.
Asellus vulgaris C. Koch Deutschl. Crust. etc. 36. 98.

Nieder gewölbt, glatt, glänzend, gleich breit.

Der Kopf hinten und seitlich nur wenig gerundet, flach gewölbt nach Vorn etwas verschmälert, mit abgerundeten Vorderecken.

Der Ocellenhügel sehr klein, in der Mitte des Seitenrandes, dicht an denselben, mit je drei Ocellen.

Die äufseren Antennen beträchtlich länger als die Hälfte der Körpers; die drei ersten Glieder kurz, dick, das dritte etwas länger als das vierte. Das Flagellum vielgliederig (40—50 Glieder), sehr lang; die Glieder anfänglich breiter als lang; an der Endhälfte länger als breit.

Der Rand der Epimeren an den Körpersegmenten gerundet; mit langen, steifen Borstchen besetzt. Die Schwanzsegmente bilden zusammen eine breite, am Rande bewimperte, nach Hinten allmählich verschmälerte Platte; der Hinterrand derselben beiderseits rund eingebuchtet.

Die Beine an der hinteren Hälfte des Körpers sehr lang; das Endglied stark verdickt mit einer langen, frei beweglichen Klaue (Greifklaue).

Das letzte Paar der Analbeine über die Schwanzplatte hinausragend, zylindrisch, mit langen steifen Endborsten.

Länge 6—10 mm, Breite 2,5—4 mm.

Gelblichbraun, weifs gefleckt mit dunklem Mittellängstreifen. Der Kopf dunkelbraun; die Beine gelblichweifs.

Im ganzen Gebiete verbreitet kommt Asellus aquaticus in stehendem und langsam fliefsendem Wasser von Teichen und Gräben sehr häufig vor.

Eine gröfsere Anzahl von weifsgebleichten Exemplaren mit deutlich erkennbaren Ocellen aus der Tiefe des Bodensees im kgl. Naturalienkabinet zu Stuttgart.

Asellus cavaticus Schioedt.

Lampert »Das Leben der Binnengewässer« p. 212.

Wenig gewölbt, glatt, sehr glänzend, an der Oberseite weitschichtig mit kurzen — an den Rändern mit längeren Borstchen besetzt.

Der Kopf breiter als lang; die Vorder- und Hinterrandsecken gerundet; letztere vorstehend, vor denselben der Seitenrand eingebuchtet.

Keine Augen.

Die äufseren Antennen sehr lang; das fünfte Glied länger als das vierte; das Flagellum sehr dünn, vielgliederig.

Die Epimeren der Körpersegmente am Aufsenrande und an den Hinterecken leicht gerundet; jene der drei ersten Segmente schräg nach Vorn — jene der beiden letzten nach Hinten gerichtet; die mittleren gerade abstehend.

Die Analplatte länglich rund; der Hinterrand in der Mitte rundlich vorragend und beiderseits leicht eingebuchtet.

Die Beine sehr lang mit gewölbten Schenkeln.

Das ganze Tierchen gelblichweifs.

Länge 7—8 mm, Breite 2—2,5 mm.

Die interessanten Mitteilungen Lamperts (a. a. O.) über diese Asseln gebe ich hier in ihrem Wortlaute wieder:

Auch die Wasserassel hat, wie schon erwähnt, eine blinde Parallelform in der Höhlenassel, Asellus cavaticus Schiödte.

In der äufseren Erscheinung ähneln sich beide Arten sehr, doch ist die Höhlenassel nur halb so grofs, 5—8 mm lang, unterscheidet sich von der Wasserassel, die wir als Stammform auffassen dürfen, besonders durch die beiden Hauptcharaktere der Dunkeltiere: den Mangel der Augen und die bleiche Farbe; auch das erste Paar der Hinterleibsbeine des Weibchens ist bei beiden Arten verschieden gebildet, indem es bei der gewöhnlichen Wasserassel fast kreisrund und dicht behaart ist, bei der Grottenassel dagegen ungefähr halbmondförmig und ohne oder nur mit kurzer sparsamer Behaarung. Lebensweise, Wohnort und im Grofsen und Ganzen auch die Verbreitung teilt die Höhlenassel mit dem Brunnenkrebs, auch sie bewohnt Höhlengewässer und unterirdische Wasserläufe Europas, von welchen sie

gelegentlich in Brunnen gelangt und ebenso ist sie aus der Tiefe gröfserer Seen bekannt. Besonders ist sie in den subalpinen Seen der Schweiz und Italiens gefunden und wurde, da sie hier einige kleine Unterschiede gegenüber der blinden Brunnenform zeigt, bei welcher besonders dis Riechkolben stärker entwickelt sind als eigne Art — Asellus Forellii Blanc, beschrieben.

In Deutschland ist die Höhlenassel bis jetzt bekannt geworden aus Brunnen in Elberfeld, Bonn, Hameln, München, Tübingen. Biberach, aus der Falkensteiner Höhle bei Hilgershausen, unzweifelhaft jedoch lassen sich die Fundorte leicht vermehren, wenn dem Tiere gröfsere Beachtung geschenkt wird. Aufserhalb Deutschlands bietet natürlich das viel zerklüftete Karstgebiet besonders Gelegenheit zum Auffinden den blinden Wasserassel.

Bewegungsenergie und Gravitation

als Grundlagen

von

Physik und Chemie.

Von

Theod. Schmiedel.

I. Kapitel.

Allgemeines.

Wie ein roter Faden zieht sich durch Physik und Chemie das Bestreben, für diejenigen Kräfte, welche den Zusammenhalt eines Körpers oder den seiner chemischen Bestandteile bedingen, eine Vorstellung zu gewinnen. Mannigfaltig, aber wenig erfolgreich, darf man diese Versuche nennen, das zeigen die vielen Namen für ein und dieselbe Sache. Bald spricht man von Cohäsion, Adhäsion oder Festigkeit in der Physik, bald von Affinität, chemischer Kraft und Wahlverwandtschaft in der Chemie.

Meist waren es zu Anfang die »rätselhaften« Verbindungen der Chemie und deren Bildungswärmen, welche nach der Erkenntnis einer die Teilchen verbindenden Kraft verlangten, und als dann auch von Seiten der Physiker den Molekeln ein Energieinhalt zuerkannt werden mufste, drängte die Forschung zur Aufstellung ähnlicher Hypothesen auf dem Gebiete der Physik.

War es daher verwunderlich, dafs man, nachdem einmal eine Anziehung zwischen den kleinsten Teilchen angenommen war, diese Anziehung als gleichartig mit der von Newton entdeckten allgemeinen Massenanziehung betrachtete? Der Erste, der diesen Gedanken aussprach, war Newton selbst, doch war er keineswegs fest von der Richtigkeit seiner Ansicht überzeugt, denn er macht sich selbst den Einwurf, dafs die Attraktion der kleinsten Teile von der der Weltkörper doch wohl zum Teil verschieden sei. Damit war der Reigen für ähnliche, mehr oder weniger ausgedehnte Untersuchungen eröffnet und finden sich solche fortlaufend bis auf die neueste Zeit, von denen jedoch nur die wichtigsten kurz angeführt werden können.

Zunächst sei erwähnt, dafs auch Bertholet Teilchengravitation annahm, worüber sich bei Lothar Meyer*) folgende Angabe findet:

> »Bertholet ging dabei von der Ansicht aus, dafs die wechselseitige Anziehung der Materie, welche unter dem Namen der Verwandtschaft oder Affinität seit den Jugendjahren der chemischen Wissenschaft als die Ursache der chemischen Erscheinungen angesehen wird, höchst wahrscheinlich eine Äufserung derselben Grundeigenschaft der Materie sei, aus welcher auch jene allgemeine Gravitation entspringt.«

*) Moderne Theorien. 5. Aufl. S. 1.

Als zweiter sei Fechner genannt, der ein einschlägiges Thema unter dem Titel: »Über die Anwendung des Gravitationsgesetzes auf die Atomlehre«*) behandelte.

In den sechziger Jahren trat alsdann Maumené mit einer allgemeinen Theorie der chemischen Wirkungen hervor, die auf gleicher Grundlage ruht.

Noch neueren Datums und sehr wichtig, wegen der wohl erstmaligen Verbindung von mathematischer und experimenteller Forschung auf diesem Gebiet, ist eine Arbeit von Galitzine über die Wirkungsweite der Molekularkräfte.**) Dieser Forscher kam rechnerisch zu dem Resultat, dafs die Molekeln sich lediglich nach dem Gravitationsgesetz anziehen.

Aus den allerletzten Jahren ist noch eine Arbeit von Raoul Pictet zu erwähnen, in welcher der Satz aufgestellt wird, dafs alle physikalischen und chemischen Erscheinungen aus einem Konflikt zwischen der Anziehung von Materie zu Materie und der Anziehung von Materie zum Weltäther resultieren, die Anziehung der Materie unter sich aber dem Massenanziehungsgesetz von Newton gehorche***).

Dieses häufige Hervortreten der gleichen Idee mufs wohl zu der Frage verleiten: Warum wurde trotz des grofsen Aufwandes an Arbeit nichts wirklich Bahnbrechendes mit dieser Idee geleistet? Jedenfalls wäre es voreilig, daraus den Schlufs zu ziehen, dafs die Hypothese falsch sei, denn es lassen sich sehr wohl Gründe angeben, welche die vielen Mifserfolge erklärlich machen. Als ein Hauptgrund kommt hier wohl der Umstand in Betracht, dafs die Forschungsgebiete Physik und Chemie zu streng getrennt behandelt wurden, und dafs mit der Vorherrschaft der sogen. organischen Chemie Fragen über die Affinität für lange Zeit nahezu gänzlich vernachlässigt wurden.

Im Folgenden soll nun nochmals versucht werden, die Massenanziehung zur Erklärung der Wechselwirkungen zwischen den Molekeln, als auch den Atomen unter sich zu benützen und damit Physik und Chemie zu verbinden. Die gestellte Aufgabe läfst sich in folgendem Satz zusammenfassen:

Atome und Molekeln ziehen sich nach dem Newton'schen Massenanziehungsgesetz an, und ist diese Anziehung eine der Ursachen der physikalischen und chemischen Erscheinungen.

Ist ein derartiger Gedanke auch an sich naheliegend, so verlangt doch gerade die heute mehr und mehr zu Tage tretende energetische Naturanschauung eine allgemeine Betrachtung dieses auf statischer Grundlage ruhenden Satzes. Jede Masse, ob sie nun einen Himmelskörper darstellt oder ob sie nur ein Teil unseres Planeten ist, hat das gesetzmäfsig geregelte Bestreben, auf alle übrigen Materien Anziehung auszuüben, welche

---

*) Kastn. Archiv. 15. 257.

**) Z. P. 4. 417—426.

***) A. Gen. 28. 397—517. 29. 5.

sich als Kraft äufsert und daher nur aus Arbeit oder Energie stammen kann. Da aber die Anziehung die Energie voraussetzt, so ist anzunehmen, dafs sie aus der Energie der Materie stammt und hieraus läfst sich schliefsen, dafs die Anziehung nur die durch Energie der Bewegung hervorgerufene Energie der Lage ist, womit die den Teilchen innewohnenden trennenden und zusammenhaltenden Kräfte gleichen Ursprungs werden. (Diesen Schlufs eingehender zu beweisen, ist Gegenstand einer späteren, gesonderten Arbeit, die vorliegende voraussetzt.) Jedenfalls ist ersichtlich, dafs durchaus kein Grund vorhanden ist, mit dieser vielgeschmähten, mechanistischen Ansicht ohne weiteres zu brechen, wie dies z. B. Lothar Meyer mit den Worten gethan hat*):

»Die Betrachtung der verschiedenen Formen des chemischen Umsatzes, wie sie in den vorhergehenden §§ gegeben wurde, führt mit Notwendigkeit zu dem Schlusse, dafs die Annahme einer als Anziehung gedachten Affinitätskraft, wie sie in früheren Zeiten und auch jetzt noch wohl angenommen wurde und wird, für die Erklärung der chemischen Vorgänge nicht viel leistet und oft geradezu den Dienst versagt.« . . . . .

»Man ist daher mehr und mehr von der Vorstellung eines von Anziehungskräften beherrschten statischen Gleichgewichtes der Atome zurückgekommen und betrachtet sowohl die Atome, wie die aus ihnen zusammengesetzten Molekeln, als lebhaft bewegte Massenteile, deren Beziehungen zu einander wesentlich durch Gröfse und Form ihrer Bewegungen bestimmt werden.«

Auch der Einwand, dafs die Verallgemeinerung des Gravitationsgesetzes wegen der allzuverschiedenen Gröfsenverhältnisse der in Betracht kommenden Körper, beziehungsweise Körperteilchen, kaum zulässig sei, wird unhaltbar, wenn man sich vergegenwärtigt, dafs ein Himmelskörper ebensowohl, wie eine nur wenige Milligramme schwere irdische Masse, demselben Gesetz gehorcht.

Ehe nun der Beweis angetreten wird, dafs wirklich zwischen den Atomen und Molekeln Gravitation stattfindet, erübrigt es noch, eine Methode zu geben, welche es ermöglicht, solche Anziehungskräfte rechnerisch zu verfolgen. Die so erhaltenen Zahlen können natürlich nur relativ richtig sein und wirken nur beweisend im Vergleich mit Zahlen, die das Resultat von Versuchen sind, und zwar durch Proportionalität der gefundenen und berechneten Werte; hie und da jedoch einzig und allein durch die gleiche Reihenfolge mehrerer entsprechender Faktoren.

Die Berechnung kann, je nach dem Zweck, dem sie dienen soll, auf zweierlei Weise erfolgen.

1) Man berechnet die relative Anziehung, welche zwei feststehend gedachte Teilchen in bestimmter Entfernung aufeinander ausüben.

---

*) Lothar Meyer Grundzüge (1893) S. 198—199.

2) Man ermittelt die relative Arbeit, welche 2 Teilchen leisten, sobald sie sich, durch die Massenanziehung getrieben, und einen Widerstand überwindend, auf einander zu bewegen.

In beiden Fällen benötigt man zur Berechnung die zwei für das Gravitationsgesetz maſsgebenden Faktoren, nämlich Entfernung und Masse der Teilchen, welch' letztere aber durch das Atom- beziehungsweise Molekulargewicht der in Frage kommenden Teilchen gegeben ist. Nicht so einfach gestaltet sich dagegen die Ermittelung der Entfernung, und muſs man hiezu von einer kaum mehr bestrittenen, qualitativen Annahme Gebrauch machen, wonach die Teilchen den als Atombeziehungsweise Molekularvolumen ermittelten Raum nicht continuirlich ausfüllen, sondern vielmehr innerhalb desselben um eine Gleichgewichtslage schwingen. Den Gleichgewichtspunkt selbst hat man sich als Mittelpunkt einer Kugel vorzustellen, deren Inhalt dem Volumen des Teilchens entspricht. Der aus dieser Kugel berechenbare Radius ist alsdann die Entfernung, welche das Teilchen bei Anziehungsvorgängen jeweils einnimmt. Die Entfernung E ist daher, kurz gesagt, der Radius des kugelig gedachten Teilchenvolumens. Durch die Annahme der Kugelform für die einzelnen Teilchen wird nun allerdings Willkür geübt, indem die Schwingungsform des Teilchens ganz aufser Acht bleibt. Trotzdem ist die Methode zulässig, weil bei der Berechnung immer nur Mittelwerte erhalten werden, und die Kugelform durch ihre allerseits gleiche Dimension selbst einen solchen Mittelwert darstellt. Der für die Berechnung nötige Abstand ist alsdann die Summe der jeweils in Betracht kommenden Teilchenradien. Mittelst dieser Werte gestaltet sich nun die Berechnung höchst einfach wie folgt:

1) Berechnung der Anziehung zweier feststehender Teilchen im Zustand gröfster Annäherung.

Seien G und G_1 die Massen zweier Teilchen und R und R_1 deren Radien, so ergiebt sich die gegenseitig auf einander ausgeübte Anziehung als Resultat der Gleichung:

$$\text{Anziehung } A = \frac{G + G_1}{(R + R_1)^2}$$

2) Berechnung der durch Massenanziehung geleisteten Arbeit.

Die hierzu angewendete Methode ist etwas verwickelter und beruht auf folgender Erwägung. Nach dem Massenanziehungsgesetz muſs jede Masse auf unendlich grofse Entfernung Anziehung ausüben und entsprechend dieser Anziehung entweder Arbeit leisten oder gleich grofse Energie der Lage bedingen. Die Anziehung wird aber mit zunehmender Entfernung sehr bald verschwindend klein, da sie proportional dem Quadrate der Entfernung abnimmt. Setzt man daher ein für allemal einen bestimmten Betrag an Anziehung fest, von dem ab geringer angezogene, also entferntere Punkte nicht mehr als angezogen berücksichtigt werden, so erhält man

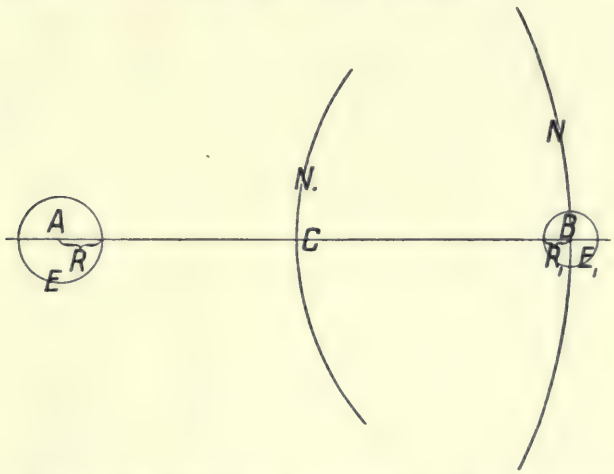
damit ein endliches Anziehungsfeld, ohne einen merklichen Fehler zu begehen, sobald nur der Endbetrag klein genug gewählt wurde.

Die sich daraus ergebende Entfernung des Punktes äufserster, in Betracht kommender Anziehung, wird jedoch mit der Masse des anziehenden Teilchens wechseln und ist somit für jedes Teilchen eine Constante. Im Nachfolgenden wird dieser Wert als Wirkungsweite (W) bezeichnet werden, ähnlich wie auch Galitzine denselben mit Raum verschiedenem Sinn benützt. Der Anziehungsendwert ist willkürlich gewählt, und zwar ist bei allen Berechnungen die Zahl 0.01 angenommen worden, woraus sich folgende Gleichung ergiebt; in der G das Gewicht des Teilchens und W dessen Wirkungsweite bezeichnet

$$\frac{G}{W^2} = 0.01 \text{ oder } W = \sqrt{G.100.}$$

Kommen also zwei Teilchen zur Anziehung, d. h. gelangt eines der Teilchen in den Wirkungskreis eines anderen oder umgekehrt, so erfolgt Anziehung und wenn keine überwiegende Gegenkraft vorhanden ist, Bewegung im Sinne der Anziehung.

Es wird daher, da die beiden Faktoren Kraft und Weg gegeben sind, Arbeit geleistet, die mit dem Eintritt des einen Teilchens in den Wirkungskreis des anderen beginnt und bis zur gröfstmöglichen Annäherung beider Teilchen andauert. Die Form des Weges ist dabei belanglos. Zur Erläuterung kann nachstehende Darstellung dienen:

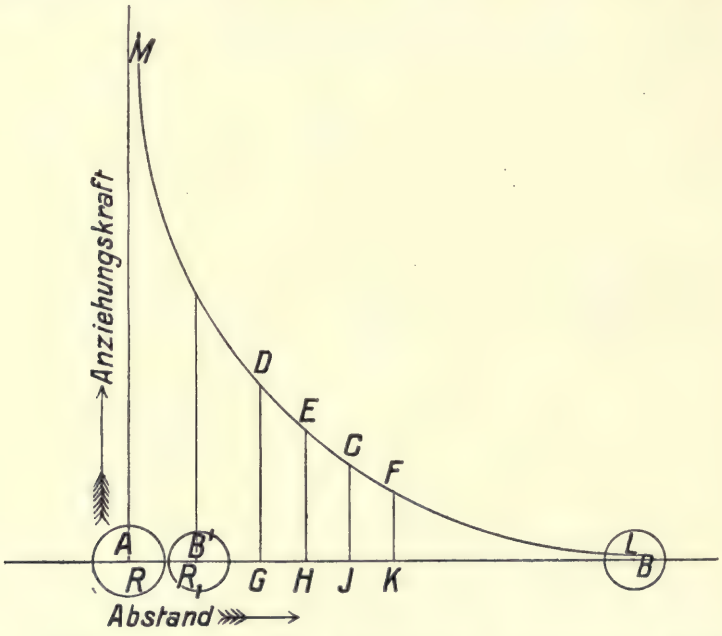


A und B sind zwei materielle Teilchen, deren Volumenquerschnitte, d. h. Querschnitte ihres kugelig gedachten Schwingungsraumes durch die Kreisflächen E und E_1 mit den Radien R und R_1 dargestellt sind. Teilchen B befindet sich gerade in der Wirkungsweite N des schweren Teilchens A, während A seinerseits noch gar nicht merklich von B angezogen wird, was durch den Wirkungskreis N_1 und dessen geringeren Radius angedeutet ist. Im vorliegenden Falle erleidet also B von Seite des Teilchens A die

Anziehung 0.01, entsprechend der oben gegebenen Definition der Wirkungsweite. Nun nähern sich A und B, und zugleich nimmt die Stärke der Anziehung zu. Sobald aber A und B so nahe an einander herangerückt sind, dafs ihr Abstand nur mehr der Länge B C entspricht, so beginnt auch die Wirkung von B mit 0.01 und vergröfsert sich ebenfalls umgekehrt mit dem Quadrate der Entfernung. Die Annäherung dauert solange fort, bis die Entfernung $R + R_1$ erreicht ist, bei welcher der Energieinhalt der beiden Teilchen gerade der Gesamtanziehung das Gleichgewicht hält und durch andere Gründe eine weitere Zusammendrückung ausgeschlossen ist.

Dieser ziemlich verwickelte Vorgang läfst sich rechnerisch verfolgen, wenn man die einzelnen Anziehungswirkungen und deren Arbeit vollkommen von einander trennt. A zieht B über den Weg $AB - (R + R_1)$ an, anderseits wird aber auch B das Teilchen A und zwar über den Weg $BC - (R + R_1)$ anziehen. Im ersten Fall hängt die Gröfse der Anziehungskraft von A und der Entfernung ab, während im zweiten Falle B und die Entfernung die Gröfse der Anziehungskraft bestimmen. Denkt man sich ferner das jeweils anziehende Teilchen feststehend und nur das Angezogene sich nähernd, so sind alle zur Rechnung nötigen Faktoren gegeben.

Am raschesten kommt man dabei wohl durch die graphische Darstellung der Arbeit als Fläche zum Ziel, was im Folgenden schematisch geschehen ist.



Vom Nullpunkt A ausgehend stellen die horizontalen Abstände die Entfernungen dar, auf welche hin A Anziehung ausübt. Das Teilchen A liegt in A selbst und entspricht seine Wirkungsweite der Gröfse AB, wobei B die Lage eines zweiten Teilchens darstellt. Bei B ist alsdann

die von A ausgeübte Anziehung 0.01. Bei Annäherung des beweglich gedachten Teilchens B an das feststehende Teilchen A, wächst die Anziehung entsprechend dem Gravitationsgesetz, was durch die Kurve F C E D angedeutet sein soll. Die Abscissen G D, H E, I C, K F, B L stellen daher die Anziehungskräfte in den Punkten G, H, I, K, B dar und die von der Kurve und den beiden Achsen A B und A M eingeschlossene Fläche stellt alsdann ein Mafs für die über den Weg A B von A geleistete Anziehungsarbeit dar. Wie sich nun aus der Skizze ergibt, müfste die Anziehungsarbeit und damit auch die Fläche unendlich werden. Dies tritt jedoch nicht ein, da die Energie der gravitierenden Teilchen zuletzt den Abstand $A B^1$ bedingt, wodurch endliche Werte erzielt werden. Die Berechnung der Arbeit selbst kann je nach Aufwand mathematischen Apparates sehr verschieden erfolgen, was hier jede weitere Beschreibung überflüssig macht.

Um mit dieser Berechnungsmethode (der geleisteten Anziehungsarbeit) absolut richtige Resultate zu erzielen, müfste das Verhältnis der Masse zum Volumen der Teilchen bekannt sein; in Ermangelung dieser Gröfse läfst sich aber auch mit den relativen Werten ein meist brauchbares Resultat erzielen. Allerdings ist durch die Kombination zweier relativer Zahlen die Berechnung nicht ganz einwandsfrei, da jedoch der Fehler ebenfalls relativ wird, hat es sich gezeigt, dafs die erhaltenen Werte sehr wohl brauchbar sind.

Zum Schlusse dieses Kapitels folgen noch die Atomgewichte, Atomvolumina, Atomradien, die Wirkungsweiten und die später zu definierende Anzahl X der Teilchen pro Flächeneinheit für die wichtigsten Elemente. Das nötige Zahlenmaterial ist den Werken von Landolt, phys. chemische Tabellen, Tabelle I; Lothar Meyer, Mod. Theorien V. Aufl. St. 143 und Ostwald's Lehrbuch, II. Aufl. St. 854, 362, 365, 367 entnommen.

Element	Atom-gewicht G	Atom-volumen V	Atom-Radius R	Anzahl pro Flächen-einheit X	Wirkungs-weite W
Al	27.0	10.1	1.34	17.7	52.0
Sb	119.6	17.9	1.62	12.1	109.4
As	74.9	13.3	1.47	14.7	86.6
Ba	136.9	36.5	2.06	7.5	117.0
Be	9.1	4.3	1.01	31.3	30.1
Pb	206.4	18.2	1.63	11.9	143.7
B	10.9	4.1	0.99	32.3	33.0
Br	79.8	25.1	1.82	9.7	89.3
Cs	132.7	70.6	2.56	4.8	115.2
Ca	39.9	25.3	1.82	9.6	64.0
Cl	35.4	25.6	1.83	9.5	59.5

Element	Atom-gewicht G	Atom-volumen V	Atom-Radius R	Anzahl pro Flächen-einheit X	Wirkungs-weite W
Cr	52.4	7.7	1.22	21.2	72.4
Fe	55.9	6.6	1.16	23.5	74.8
Au	196.2	10.2	1.35	17.6	140.1
In	113.4	15.3	1.54	13.4	106.8
I	126.5	25.7	1.83	9.5	112.5
Cd	111.7	13.0	1.46	14.9	105.7
K	39.0	45.5	2.21	6.5	62.4
Co	58.6	6.7	1.17	23.5	76.6
C	12.0	3.4	0.95	35.5	34.6
Cu	63.2	7.1	1.19	22.4	79.5
Li	7.0	11.9	1.42	15.9	26.5
Mg	23 9	13.3	1.47	14.7	48.9
Mn	54.8	7.7	1.23	21.2	74.0
Mo	95.9	11.1	1.39	16.6	97.9
Na	23.0	23.7	1.78	10.0	48.0
Ni	58.6	6.7	1.17	23.5	76.6
P	31.0	17.0	1.59	12.5	55.7
Pt	194.3	9.1	1.29	19.0	139.4
Hg	199.8	14.8	1.52	13.7	141.4
Rb	85.2	56.3	2.38	5.6	92.3
S	32.0	15.7	1.55	13.2	56.6
Se	78.9	18.5	1.64	11.8	88.8
Ag	107.7	10.3	1.35	17.6	103.8
Si	28.0	11.4	1.40	16.3	52.9
Sr	87.3	34.5	2.02	7.8	93.4
Te	127.7	20.3	1.69	11.1	113.0
Tl	203.7	17.2	1.60	12.4	142.7
Bi	207.5	21.2	1.72	10.8	144.1
Zn	64.9	9.5	1.31	18.4	80.6
Sn	117.4	16.2	1.57	12.9	108.4
Bei folgenden Zahlen sind die Volumina aus chemischen Verbindungen berechnet.					
C	12.0	11.0	1.38	16.7	34.6
H	1.0	5.5	1.10	26.5	10.0
O	16.0	12.2	1.43	15.6	40.0
N	14.0	2.3	0.82	47.5	37.4
Cl	35.4	22.7	1.76	10.3	59.5

II. Kapitel.

Binnendruck, Oberflächenspannung und Kapillarität.

Jeder Körper, sei er fest, flüssig oder gasförmig, hat einen je nach Temperatur und anderen äufseren Einflüssen wechselnden Energieinhalt, der aus der Bewegung seiner kleinsten Teilchen resultiert. Die Bewegung dieser Teilchen ist der Form nach verschieden und von Stoff und Aggregatzustand abhängig, immer aber besteht sie aus vollendeten oder in ihrem Verlauf unterbrochenen Schwingungen, die bei mangelnder Wirkung anderer, zusammenhaltender Kräfte, jeglichen Körper zertrümmern und in Einzelteilchen ohne Zusammenhang überführen müfsten.

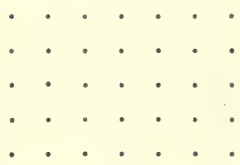
Von der Wirkung des Energieinhaltes gibt z. B. der Schwefel ein Bild, dessen Dampf durch Erhöhung des Energieinhaltes, d. h. durch Erhitzen, in monomolekularen Zustand übergeht, was aus der Verschiedenheit seiner Dampfdichte zu erkennen ist. Da jedoch im Allgemeinen ein derartiger Zerfall in Einzelteilchen nicht eintritt, so mufs auf zusammenhaltende Kräfte geschlossen werden.

Unter den hier in Frage kommenden Kräften ist die Wahl keine schwierige; denn die betreffende Kraft mufs den Teilchen selbst eigen sein, und diese Eigenschaft kommt einzig und allein der Anziehung zu, die ein solches Teilchen ausüben kann; die Anziehung selbst aber ist, mit grofser Wahrscheinlichkeit als Gravitation anzusprechen. Ähnliche Überlegungen mögen auch Laplace geleitet haben, als er seine Theorie über Oberflächenspannung und Kapillarität aufstellte. Allerdings währte es lange, bis seine Ansicht sich Geltung verschaffte, doch darf man heute den weitaus gröfsten Teil der Physiker zu seinen Anhängern zählen.

Die oben erwähnte Teilchengravitation ruft nun, aufser dem Zusammenhalt der Teilchen, auch die Oberflächenspannung, die Kapillarität und den Binnendruck hervor, der den erstgenannten Kräften der Richtung nach verschieden, der Gröfse nach proportional ist.

Merkwürdigerweise erfährt die Oberflächenspannung eine sehr einseitige Behandlung, indem sie immer nur bei Flüssigkeiten erwähnt wird, ihre hervorragende Bedeutung aber gerade bei den anderen beiden Aggregatzuständen keine Würdigung findet. Es ist dies jedenfalls darauf zurückzuführen, dafs in den festen und gasförmigen Körpern, infolge des verhältnismäfsig kleinen, resp. grofsen Energieinhaltes, die Teilchenanziehung in ihrer besonderen Wirkung als Oberflächenspannung gar nicht zur Geltung kommt. Bei Festkörpern sind ja die Einzelteilchen so fest miteinander durch Anziehung verbunden, dafs ein Mehr an Festigkeit in der Oberfläche gar nicht bemerkbar wird, während umgekehrt der Energieinhalt der Gasteilchen die Anziehung derartig überwiegt, dafs von Oberflächenspannung im eigentlichen Sinne nicht die Rede sein kann.

Für die Erkennung der allgemeinen Verbreitung dieser Eigenschaft und für die Art, wie sie durch Teilchengravitation zustande kommt, kann folgende Vorstellung dienen: Nimmt man in einem Festkörper oder in einer Flüssigkeit die Gleichgewichtspunkte der Schwingung der Teilchen in dem Augenblick, wo alle äufseren Einflüsse von dem Körper hinweggenommen sind, als feststehend an, so wird bei einem durchaus gleichartigen Stoff unter Voraussetzung von Teilchengravitation die Anordnung dieser Punkte eine regelmäfsige und beispielsweise nach den Ecken eines Würfels erfolgt sein.



Damit jedes der Teilchen diese Gleichgewichtslage beibehalten kann, mufs es allseitig gleiche Anziehung erfahren und dies ist bei Gravitation für gleiche Teilchen zutreffend. Können nun derartige Lagerungen im Innern des Körpers thatsächlich statt haben, so ist dies für die der Oberfläche zunächstliegenden Teilchenschichten ausgeschlossen, denn es mufs, da der Wirkungskreis derselben zum Teil in ein anderes Medium fällt, das pro Flächeneinheit ein gröfseres oder kleineres Teilchenanziehungsvermögen besitzt, notwendig einmal eine Schichte von Teilchen kommen, die einseitig angezogen wird.

Liegt z. B. das Verhältnis so, dafs eine Flüssigkeit und die atmosphärische Luft in Frage kommen, so erfolgt auf die Oberflächenteilchen von Seite der Flüssigkeit zweifellos ein stärkerer Zug, als von Seite der Luft. Dieser Überschufs an Zugkraft macht sich zunächst auf die Oberflächenteilchen geltend und diese werden sich, ihrerseits, dem Druck entsprechend, den unter ihnen liegenden Teilchenschichten nähern; hiedurch erhalten die Oberhautteilchen eine geringere Beweglichkeit, als die allerseits gleichgedrückten Innenteilchen und dieser Zustand wird als Oberflächenspannung bezeichnet. Die beistehende Skizze veranschaulicht diese Anordnung der Schwingungsmittelpunkte.

Damit ist aber die Wirkung der einseitigen Anziehung noch nicht erschöpft, vielmehr äufsert sie sich weiterhin in Form eines Druckes senkrecht zur Oberfläche, der als Binnendruck bezeichnet wird und natürlich ebenfalls ein Zusammenrücken der Teilchen im Innern des Körpers veranlafst. Während jedoch die Oberflächenspannung nur als eine Horizontal-Kom-

ponente aufzufassen ist, stellt der Binnendruck die Resultante des gesamten Anziehungsüberschusses an der Oberfläche dar, und als Folge dieser Proportionalität beider Gröfsen ist ein Vertauschen desselben, wie im Nachstehenden geschehen wird, gerechtfertigt. Vor Eintritt in die Beweisführung erübrigt es noch, den Obersatz wie folgt zu formulieren:

> Binnendruck, Oberflächenspannung und Kapillarität sind im wesentlichen bedingt durch Massenanziehung der Teilchen und der einseitigen Wirkung dieser Kräfte an der Oberfläche der Körper.

Folgerichtig mufs daher in chemischen Verbindungen die Zusammensetzung für den Binnendruck und die Oberflächenspannung mafsgebend sein, weil sich mit der Zusammensetzung die beiden Hauptfaktoren, nämlich Gewicht und Volumen der Teilchen, ändern. Aufser Zahl und Art der verbundenen Atome kommt aber auch noch deren Anordnung in Betracht, von welcher jedoch bei den nachfolgenden Berechnungen zunächst abgesehen worden ist.

Zu einer zahlenmäfsigen Begründung des Obersatzes eignen sich nun am besten die organischen Verbindungen, da nur diese in genügender Anzahl vorhanden und auf Oberflächenspannung, d. h. auf Kapillarität untersucht worden sind. So hat Wilhelmy — mit als Erster — die folgenden dem Ostwald'schen Lehrbuch der allgemeinen Chemie*) entnommenen Sätze aufgestellt, deren Richtigkeit von mehreren anderen Forschern ebenfalls bewiesen wurde und in welchen die durch den Eintritt oder Austausch einzelner Atome oder Atomgruppen verursachte Änderung in sonst empirisch gleichen, organischen Verbindungen festgestellt wird:

1) »Aufnahme von C erhöht den Koefficienten«. (Bezieht sich auf Kapillaritäts-Koefficienten.)
2) »Aufnahme von O gleichfalls«.
3) »Aufnahme von C u. O gleichzeitig ebenso«.
4) »Aufnahme von H erniedrigt den Koefficienten«.
5) »Ersatz von H_2 durch O erhöht ihn«.
6) »Ersatz von H durch Cl, Br, J erhöht ihn«.
7) »Aufnahme von CH_2 läfst den Koefficienten unverändert«.
8) »Isomere analoge Verbindungen haben gleiche Koefficienten«.

Die Übereinstimmung der experimentellen Befunde Wilhelmy's mit den in dieser Abhandlung theoretisch entwickelten Ansichten ergibt sich rechnerisch unter Zuhilfenahme des Grundsatzes:

Die Oberflächenspannung und der Binnendruck werden beide um so gröfser, je gröfser das Gewicht G des hinzutretenden Teilchens und je kleiner das Quadrat der Entfernung R von Teilchenmittelpunkt zu Teilchenmittelpunkt ist.

---

*) Ostwald, Lehrbuch 2. Aufl. S. 525 Bd. I; Original, Pogg. Ann. 121. 55. 1864.

Der zu berechnende Quotient, für welchen der Ausdruck Anziehungsmoment gewählt wurde, ist also

$$\frac{G}{(2R)^2} \gtrless 1$$

und darnach wird ein Teilchen, dessen Anziehungsmoment gröfser als Eins ist, zur Erhöhung, im entgegengesetzten Falle zur Verminderung der Oberflächenspannung beitragen.

In den nachstehenden Berechnungen sind die Atomvolumina aus der in Kapitel I S. 9 enthaltenen Tabelle wie folgt verwendet worden:

1) Aufnahme von Kohlenstoff erhöht den Koefficienten.

$$G = 12 \qquad V = 11 \qquad R = 1.38$$

$$\frac{G}{4R^2} = \frac{12}{7 \cdot 62} = 1 \cdot 6 > 1$$

Nachdem das Anziehungsmoment $\frac{G}{4R^2} > 1$ ist, mufs bei Eintritt eines Kohlenstoffatomes, in eine sonst gleiche Verbindung, deren Kapillaritäts-Koefficient erhöht werden, womit Berechnung und Versuchsresultat übereinstimmen.

2) Aufnahme von Sauerstoff trägt gleichfalls zur Erhöhung bei.

$$G = 16 \quad V = 12 \cdot 2 \quad R = 1 \cdot 43 \qquad \frac{G}{4R^2} = \frac{16}{8 \cdot 18} = 1 \cdot 9 > 1$$

Auch hier deckt sich die Thatsache mit der Berechnung.

3) Die gleichzeitige Aufnahme von Kohlenstoff und Sauerstoff wirkt ebenfalls erhöhend.
Die Richtigkeit dieses Befundes resultiert aus Satz 1 und 2.

4) Aufnahme von Wasserstoff erniedrigt den Koefficienten.

$$G = 1 \quad V = 5 \cdot 5 \quad R = 1 \cdot 10 \qquad \frac{G}{4R^2} = \frac{1}{4 \cdot 84} = 0 \cdot 21 < 1$$

Rechnerisch ergibt sich auch bei diesem Satz das experimentell gefundene Resultat.

5) Wird Wasserstoff durch Sauerstoff ersetzt, so tritt eine Erhöhung des Kapillaritäts-Koefficienten ein.

Dieser Satz ist wieder selbstverständlich, denn Wasserstoff und Sauerstoff wirken beim Austausch in gleichem Sinn, da durch Wegnahme von Wasserstoff, ebenso wie durch Hinzufügung von Sauerstoff, der Koefficient erhöht wird.

6) Ersatz von Wasserstoff durch Chlor, Brom und Jod erhöht den Wert.

$$G \text{ für } Cl = 35{\cdot}4 \quad V = 22{\cdot}7 \quad R = 1{\cdot}76 \quad \frac{G}{4R^2} = \frac{35{\cdot}4}{12{\cdot}39} = 2{\cdot}9 > 1$$

Chlor an und für sich erhöht sonach den Koefficienten und hiezu tritt noch eine weitere Steigerung durch den Austritt von Wasserstoff, so dafs Versuch und Rechnung auch in diesem Fall übereinstimmen.

7) Aufnahme von CH_2 läfst den Koefficienten unverändert.

$$G = 14 \quad V = 22 \quad R = 1.74 \quad \frac{G}{4R^2} = \frac{14}{12.1} = 1.1$$

Stimmt nun auch dieses Resultat mit dem Wilhelmy'schen Befund nicht vollkommen überein, so liegt dies daran, dafs die Anzahl der Teilchen pro Flächeneinheit bisher nicht in Rechnung gezogen wurde, während dies weiter unten geschehen soll.

8) Isomere, analoge Verbindungen haben gleiche Koefficienten.

Nach dem Obersatz ist dieser Punkt selbstverständlich, da ja isomere Verbindungen gleiche Anziehungsmomente besitzen.

Somit deckt sich in allen Fällen Beobachtung und Berechnung, was für die Richtigkeit der entwickelten Anschauungen über Binnendruck spricht.

Aufser diesen Resultaten lassen sich auch die relativen Koefficienten selbst berechnen und entsprechen die gefundenen Zahlen innerhalb einzelner Gruppen von Körpern den experimentell ermittelten Werten. Zur Erlangung dieser Gröfsen genügt jedoch die Berechnung des Anziehungsmomentes allein nicht mehr, denn die Oberflächenspannung und der Binnendruck sind auf Längen- resp. Flächeneinheit bezogen. Bei Ermittelung des Binnendruckes aber kommt die einseitige Anziehung pro Flächeneinheit in Betracht und kann also, da es sich bei dieser Berechnung um Teilchen handelt, deren Volumen nur relativ bekannt ist, jede beliebige Zahl als Flächeneinheit gewählt werden.

Die Normalfläche, welche in der vorliegenden Arbeit stets zu 100 angenommen ist, denkt man sich nun von den Teilchenquerschnitten vollständig bedeckt. Es wird daher die Anzahl der zu dieser vollständigen Bedeckung nötigen Teilchen, die relative Anzahl X der Teilchen pro Flächeneinheit 100 darstellen. Der Querschnitt jedes Einzelteilchens ist $R^2\pi$, so dafs sich für die Teilchenzahl X pro Flächeneinheit folgende Gleichung ergibt:

$$X = \frac{100}{R^2\pi}$$

Die solcherart ermittelte Zahl, multipliziert mit dem Anziehungsmoment des betreffenden Teilchens ergibt alsdann die Anziehung pro Flächeneinheit, die proportional ist mit dem Binnendruck und der Oberflächenspannung. Mit Hilfe dieser Berechnungsart können dann die obigen Sätze nochmals geprüft werden. Da nun hier zum erstenmale Molekularvolumina Benützung finden, so mufs sofort darauf hingewiesen werden, dafs bei Mangel eines experimentell ermittelten Molekularvolumens die Summe der Atomvolumina nach Kopp verwendet worden sind. Diese Methode ist vor allem unerläfslich, wenn es sich um Radikale handelt, welche frei gar nicht dargestellt werden können.

Im Folgenden wurden die Molekularvolumina beim Siedepunkt benützt, wie sie in Ostwald's Lehrbuch*) zusammengestellt sind. Die entsprechenden Kapillaritäts-Koefficienten beim Siedepunkt hat R. Schiff bestimmt und finden sich diese gleichfalls bei Ostwald**).

Als Beispiel sind die beiden Körper Citronenterpen $C_{10}H_{16}$ und Carvol $C_{10}H_{14}O$, in welch letzterem H_2 durch O ersetzt ist, gewählt worden und berechnet sich der Binnendruck für beide wie folgt:

	G	V	R	X
$C_{10}H_{16}$	136	186·3	3·545	2·54
$C_{10}H_{14}O$	150	190·3	3·568	2·50

Hiernach betragen die Anziehungsmomente:

$$\text{für Citronenterpen } \frac{G}{4R^2} = \frac{136}{50 \cdot 27} = 2 \cdot 71$$

$$\text{für Carvol } \frac{G}{4R^2} = \frac{150}{50 \cdot 92} = 2 \cdot 95$$

und als Binnendruck resultiert

$$\text{für } C_{10}H_{16}: \frac{G}{4R^2} \cdot X = 2 \cdot 71 \cdot 2 \cdot 54 = 6 \cdot 88 \text{ und}$$

$$\text{für } C_{10}H_{14}O: \frac{G}{4R^2} \cdot X = 2 \cdot 95 \cdot 2 \cdot 50 = 7 \cdot 37,$$

d. h. die rechnerisch gefundenen Werte decken sich auch hier mit dem Wilhelmy'schen Satz unter 5), wonach bei Ersatz des Wasserstoffes durch Sauerstoff der Koefficient erhöht wird.

In folgender Tabelle sind nun berechnete und gefundene Werte für Oberflächenspannung-Binnendruck zusammengestellt:

---

*) Ostwald Lehrbuch 2. Aufl. Bd. I. 376—385.

**) » » » » 528—530.

Verbindung	Formel	G	V	R	X	Binnendruck ber.	Kapillarität gef.	Proportionalitätsfaktor
Essigsäurereihe.								
Ameisensäure	CH_2O_2	46	41·1	2·141	6·96	17·47	5·284	3·3
Essigsäure	$C_2H_4O_2$	60	63·6	2·476	5·21	12·76	3·872	3·3
Propionsäure	$C_3H_6O_2$	74	85·5	2·733	4·28	10·57	3·725	2·8
Buttersäure	$C_4H_8O_2$	88	107·5	2·950	3·67	9·28	3·545	2·6
Valeriansäure	$C_5H_{10}O_2$	102	130·0	3·143	3·22	8·31	3·283	2·5
Äthyloxalat	$C_6H_{10}O_4$	146	166·5	3·412	2·72	8·51	3·562	2·4
Ester und Phenolartige Körper.								
Allylacetat	$C_5H_8O_2$	100	121·4	3·073	3·37	8·90	4·106	2·2
Methylformiat	$C_2H_4O_2$	60	62·6	2·462	5·24	12·94	4·944	2·6
Methylbenzoat	$C_8H_8O_2$	136	150·3	3·298	2·93	9·14	3·982	2·3
Äthylbenzoat	$C_9H_{10}O_2$	150	174·2	3·464	2·65	8·27	3·709	2·2
Methylkresolat	$C_8H_{10}O$	122	146·1	3·268	3·00	8·55	4·278	2·0
Dimethylresorcin	$C_8H_{10}O_2$	138	157·1	3·347	2·85	8·78	4·097	2·1
Cuminol	$C_{10}H_{12}O$	148	188·0	3·556	2·52	7·36	3·830	1·9
Carvol	$C_{10}H_{14}O$	150	190·3	3·568	2·50	7·37	4·029	1·8
Citronenterpen	$C_{10}H_{16}$	136	186·3	3·545	2·54	6·88	3·772	1·8
Pinakolin	C_6H_9O	100	138·3	3·209	3·08	7·45	4·267	1·7
Amine.								
Allylamin	C_3H_7N	57	78·4	2·655	4·53	9·15	5·907	1·5
Isobutylamin	$C_4H_{11}N$	73	106·2	2·938	3·70	7·81	5·218	1·5
Amylamin	$C_5H_{13}N$	87	126·8	3·117	3·28	7·35	4·936	1·5
Anilin	C_6H_7N	93	106·3	2·938	3·70	9·95	5·405	1·8
Chloride.								
Isobutylchlorid	C_4H_9Cl	92·4	114·3	3·011	3·52	8·98	4·127	2·2
Isoamylchlorid	$C_5H_{11}Cl$	106·4	134·4	3·178	3·14	8·26	4·022	2·1
Chlorbenzol	C_6H_5Cl	112·4	114·3	3·011	3·52	10·91	4·211	2·6
Chlortoluol	C_7H_7Cl	126 4	134·9	3·181	3·14	9·80	3·992	2·5
Benzylchlorid	C_7H_7Cl	126·4	133·5	3·170	3·17	9·95	4·200	2·4

Aus vorstehenden Zahlen ergibt sich, dafs die Übereinstimmung zwischen den gefundenen und den berechneten Werten, selbst wenn man alle Gruppen gleichzeitig betrachtet, keine zufällige sein kann. Fehlt zwar auch die genaue Übereinstimmung zwischen den verschiedenen Gruppen, so zeigt sich doch innerhalb jeder einzelnen genügende Übereinstimmung von Berechnung und Versuchsresultat. Gerade die Essigsäurereihe läfst deutlich erkennen, dafs von Zufälligkeit keine Rede sein kann, denn die

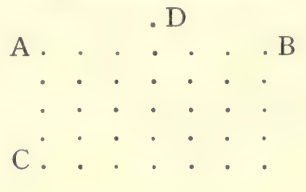
Ameisensäure weist in beiden Reihen den höchsten Wert auf und von ihr ausgehend, nehmen beide Werte im gleichen Sinne ab. Doch nicht nur die Reihenfolge ist die gleiche, auch das Intervall der einzelnen korrespondierenden Zahlen ist übereinstimmend und am gröfsten zwischen Ameisensäure und Essigsäure. Somit gewinnt man aus diesen Berechnungen, im Vergleich mit den Versuchsergebnissen, die Überzeugung von der höchst wahrscheinlichen Richtigkeit der Überlegungen über Oberflächenspannung und Binnendruck, wie der Giltigkeit des Obersatzes, womit die Beweiskraft der Methode des Vergleiches von Versuch und Berechnung erschöpft ist. Wichtig, aber durchaus nicht unerwartet, ist der Umstand, dafs nur innerhalb von Gruppen ähnlicher Zusammensetzung, genügende Übereinstimmung stattfindet.

Der Grund hiefür liegt hauptsächlich in der Berechnungsmethode, welche lediglich die Anziehung zwischen zwei Teilchenschichten berücksichtigt, innerhalb deren jedoch nicht alle Dimensionen der Schwingung eines Teilchens ihren Einfluſs äufsern können. Die Gruppierung der Atome in der Molekel wird aber zweifellos die Schwingungsform und damit die Dimensionen der Einzelteilchen beeinflussen und Formen hervorrufen, welche von jener der Kugel abweichen.

Je nachdem nun die Teilchen ihre gröfste Dimension senkrecht oder parallel zur Oberfläche haben, müssen verschiedene Werte für X und damit für die Oberflächenspannung entstehen. Diesen Umstand haben schon viele Forscher erwähnt, so in letzterer Zeit J. Traube und versteckt findet sich auch eine diesbezügliche Andeutung in den Sätzen Wilhelmy's, nämlich, wo es heifst: »Isomere, analoge Verbindungen haben gleiche Koefficienten.« Das Wort analog läfst vermuten, dafs genanntem Forscher die Anordnung der Atome im Teilchen von Bedeutung erschien.

Viel verwickelter und schwieriger als die Vorgänge bei Entstehung von Binnendruck und Oberflächenspannung sind die Erscheinungen der Kapillarität zu erklären, und zwar, weil verschiedene Kräfte in Wechselwirkung treten müssen, um diese Erscheinungen zu erzeugen, weshalb die Kapillarität auch erst ziemlich spät in ihrem Zusammenhang mit der Oberflächenspannung erkannt wurde (1804 von Young). Theoretisch ist jedoch seit jener Zeit kaum nennenswertes auf diesem Gebiete geleistet worden.

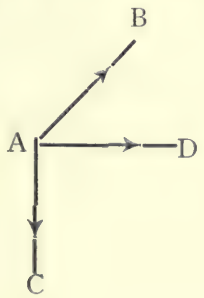
Unter den Begriff Kapillarität fallen vor allem die Formänderungen der Flüssigkeitsoberfläche, also auch die Thatsache, dafs jede Flüssigkeit das Bestreben zeigt, Kugelform anzunehmen. Zur Erklärung dieses Vorganges kann wieder, wie oben, eine regelmäfsige Anordnung der Schwingungsmittelpunkte der Teilchen angenommen werden, z. B.:



Stellt nun A eine freiliegende Ecke einer Flüssigkeitsmenge vor, so ist ohne weiteres klar, dafs dieser Punkt A nur im labilen Gleichgewichtszustand sein kann. Es mufs daher bei der geringsten Erschütterung, also auch bei der Schwingung selbst, die Anziehung einerseits überwiegen und das Teilchen A in dieser Richtung forttreiben. Diese Bewegung wird nun, da ja nach wie vor Anziehung vorhanden ist, längs einer der Kanten A B resp. A C erfolgen. Kommt jetzt das Teilchen A auf seinem Weg an A B entlang zu dem Punkte D, so geht das vorige labile Gleichgewicht in das stabile über und in Punkt D gelangt das Teilchen zur Ruhe. Jedes ähnlich wie A gelagerte, also über die kontinuierliche Fläche hervorragende Teilchen unterliegt denselben Einflüssen, wodurch eine Kugelform oder — im Allgemeinen — eine kontinuierliche Fläche erzielt wird.

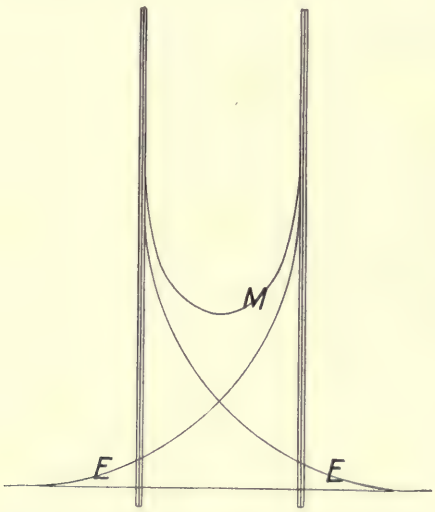
Um die ziemlich verwickelten Wechselwirkungen zwischen fester Wand und Flüssigkeit nachzuweisen, ist eine Benetzung zwischen diesen beiden angenommen worden und soll, um diesen Vorgang richtig zu verstehen, gleich hier — vorgreifend — eine Erklärung der Benetzbarkeit gegeben werden: Eine Benetzung zwischen Flüssigkeit und Festkörper findet statt, wenn zwischen den Festkörperteilchen und jenen der Flüssigkeit, die auf die Flächeneinheit bezogene Anziehung gleich oder gröfser ist, als der zwischen den Flüssigkeitsteilchen unter sich herrschende Zusammenhalt. Aus dieser Erklärung der Benetzbarkeit läfst sich nun unmittelbar folgern, dafs eine angenommene, aus der Flüssigkeit selbst bestehende Wand in ihrer Wirkung gleichwertig ist mit einer festen, da ja die Maximalwirkung letzterer die Aufhebung des Binnendruckes der Flüssigkeit an der Berührungsstelle hervorruft, was jedoch durch die Berührung zweier Flüssigkeitsmengen gleichen Stoffes ebenfalls bewirkt wird. Hierin liegt auch sofort der Grund, warum alle benetzbaren Körper, mit ein und derselben Flüssigkeit, stets gleiche Steighöhe, in gleich weiten Kapillaren erzielen und ferner geht daraus hervor, dafs die Wandstärke der letzteren nicht in Betracht kommt, da ja nur die Anziehung von Teilchenschicht zu Teilchenschicht mafsgebend ist.

Die ganze Flüssigkeit, die man sich zur besseren Vorstellung in Würfelform denken kann, steht unter gleichem Druck. Das hat zur Folge, dafs an einer Würfelecke drei aufeinander senkrecht stehende, gleich grofse Druckkräfte, z. B. in Richtung des beistehenden Schemas, ausgeübt werden.



Kommt nun diese Ecke derart an eine benetzbare Wand zu liegen, dafs die Fläche A B C an derselben anliegt, so stellt A D B das Niveau der Flüssigkeit dar. In der Richtung A D wirkt aber auch die benetzende Anziehung und zwar dem Drucke A D gerade entgegen. Wird daher bei A die Oberflächenspannung ganz aufgehoben, so verkleinert sich genannte Wirkung umgekehrt proportional der Entfernung. Durch diese Anziehung und Aufhebung eines Teiles der Oberflächenspannung wird die unter dem vollen Binnendruck stehende Flüssigkeit, an den Stellen verminderten Druckes in die Höhe getrieben, bis Gleichgewicht eintritt. Das Gleichgewicht verlangt aber allseitig gleichen Druck auf die Flüssigkeit, daher mufs ein sogenannter Anlauf an der benetzten Wand entstehen, und durch die Wirkung mehrerer solcher Anläufe entstehen die Formen, welche der Kapillarität eigen sind.

Die sogenannte Haarröhrchenanziehung wird sofort klar, wenn man sich zunächst das Ansteigen einer Flüssigkeit zwischen zwei Platten vergegenwärtigt. Ein Aufsteigen im wahren Sinn des Wortes wird nämlich zwischen zwei senkrechten Platten nur dann erfolgen, wenn sich der Einzelanlauf weiter erstreckt, als der halbe Abstand der Platten beträgt. Der Grund hiefür liegt in Folgendem: Nur für den Fall, dafs von beiden Platten auf ein und dasselbe Teilchen Anziehungswirkung ausgeübt wird, kann eine Addition der Einzelwirkungen erfolgen und bei gleichzeitiger Anziehung werden sich die Wirkungen direkt summieren, wie dies in beistehender Figur angedeutet ist.



E = Einzelanlauf.
M = Meniskus durch Summiren der Werte von E.

Um jetzt von der Steighöhe zwischen zwei Platten zu derjenigen in Röhren zu gelangen, sind zwei solcher Plattenpaare nötig, die zusammen ein Quadrat einschliefsen. Die Einzelwirkung beider Plattenpaare wird sich

nun ebenfalls addieren, wie vordem die der einzelnen Anläufe. Dabei ist klar, dafs die Steighöhe zwischen zwei Platten nur halb so grofs sein kann, als die in einer Röhre mit dem Plattenabstand als Durchmesser, und gerade diese Addition der Steigungen spricht für einen auf die Oberfläche ausgeübten Zug.

Bringen nun diese Überlegungen auch nicht viel Neues, so dienen sie doch als Stütze für die Ansichten über Binnendruck und Oberflächenspannung, wie auch für deren Ursache und Proportionalität.

Zum Schlusse dieses Kapitels mufs noch der sogenannten Kapillardepression Erwähnung gethan werden. Nimmt man auch hier die Würfelecke, wie oben, aber an eine nicht benetzbare Wand gelegt an, so ist einfach der Punkt A, genau wie bei einer freiliegenden Ecke, im labilen Gleichgewicht, wodurch eine Abrundung eintritt und damit ist die Depression erklärt. Bei Kapillardepression kann jedoch die Substanz der Wand nicht vollständig aufser Acht gelassen werden, da eine absolute Unbenetzbarkeit zwischen Flüssigkeit und Festkörper nicht existiert.

III. Kapitel.

Aggregatzustände.

In innigem Zusammenhange mit den Erscheinungen der Oberflächenspannung und Teilchengravitation stehen die Aggregatzustände und deren Übergangsformen, da sie durch die Wechselwirkung der Teilchenanziehung einerseits, und die Bewegungsenergie der Teilchen anderseits hervorgerufen werden. Da jedoch beide Energieformen mit der Temperatur ganz bedeutende Änderungen erfahren, so ist es nötig, zunächst den Hilfsbegriff Temperatur genauer festzustellen.

Temperaturänderung wird herbeigeführt durch Leitung und Strahlung. Stets geht dabei Energie von einem zum andern Körper über und zwar in der Richtung vom wärmeren zum kälteren. Zwischen Körpern gleicher Temperatur findet dagegen keine Energieverschiebung statt, selbst dann nicht, wenn die Körper verschiedene Mafse und scheinbar verschiedenen Energieinhalt, d. h. verschiedene spez. Wärme besitzen. Somit ist die gesamte Energiemenge belanglos für die Verteilung der Wärmeenergie, und das treibende Moment ist das Gefälle, der Temperaturunterschied, das Wärmepotential.

Der Begriff Temperatur läfst sich am einfachsten an zwei im Gleichgewichtszustand befindlichen, d. h. gleich temperierten, Körpern ableiten, und zwar mufs dieser Gleichgewichtszustand in der Gleichheit einzelner mafsgebender Faktoren gesucht werden.

Nun ist die Annahme, dafs

1) gleiche Temperatur auf gleicher Schwingungsweite der Teilchen beruhe, unmöglich wegen der Verschiedenheit der Teilchenvolumina.

Auch die Möglichkeit, dafs

2) gleiche Mafse der Teilchen gleiche Temperatur erzeuge, kommt nicht in Frage; dagegen ist die Annahme, dafs

3) bei gleicher Temperatur alle Körperteilchen gleiche Schwingungszahl besitzen, von vorne herein nicht ausgeschlossen, doch sprechen auch gegen sie zu viele Thatsachen (so z. B. würde sich daraus die Schlufsfolgerung ergeben, dafs die Atomvolumina umgekehrt proportional sind der Mafse der Teilchen, was aber in Wirklichkeit nicht zutrifft). Es kann also nur durch die Kombination zweier oder mehrerer dieser Faktoren und durch die Gleichheit ihres Produktes oder Quotienten die Temperaturgleichheit ihre Erklärung finden und der in diesem Sinne aus den oben erwähnten Faktoren zu ziehende Schlufs mufs daher lauten: Der Energieinhalt jedes Einzelteilchens bei bestimmter Temperatur ist gleich dem aller anderen, gleich temperierten, sonst noch so verschiedenen Einzelteilchen. Bei Verfolgung dieser Ansicht gelangt man dann zu dem Gesetze von Dulong und Petit in seiner strengsten Form. Kann nun dieses sogenannte Gesetz schon den Elementen gegenüber keineswegs als einwandsfrei bezeichnet werden, so verliert es in Bezug auf chemische Verbindungen jedwelche Giltigkeit, und zwar ist der Grund hiefür, neben anderem, hauptsächlich in der grofsen Verschiedenheit der Molekularwärmen, verglichen mit der Summe der entsprechenden Atomwärmen und des Weiteren in der gegenseitigen Abhängigkeit von Molekular — und Bildungswärme zu suchen. Es kann daher auch die oben angeführte Temperaturerklärung noch nicht genügen, vielmehr müssen weitere Faktoren und zwar solche, welche die Zusammenlagerung der Teilchen zu einem physikalischen Körper hervorrufen, Berücksichtigung finden.

So ist vor Allem die Anzahl der Teilchen pro Flächeneinheit unstreitig von Wichtigkeit, da sich eben nur auf der Berührungsfläche die Temperaturgleichheit geltend macht. In ein- und demselben Körper ist ja die Energie pro Flächeneinheit für eine bestimmte Temperatur die gleiche. Sobald dagegen die Energie in einer Schichte dieses Körpers abnimmt, wird sofort neue dahin überströmen und zwar so lange, bis Gleichgewicht der Energie und damit Gleichheit der Temperatur vorhanden ist. Sonach müssen sämtliche in der Flächeneinheit, innerhalb eines durchaus gleich temperierten Körpers, gelegene Teilchen, in ihrer Gesamtheit die gleiche Energie besitzen, wie die Teilchen auf jeder gleich grofsen Fläche dieses Körpers. Dasselbe trifft nun auch für verschiedene Körper von gleicher Temperatur zu, und es ergibt sich dementsprechend für gleiche Temperatur der folgende, noch weiter zu beweisende Satz:

Zwei Körper haben gleiche Temperatur, wenn die Summe der Energieinhalte der Teilchen pro Flächeneinheit gleich ist.

Bei dieser Annahme spielt also die Anzahl der Teilchen pro Flächeneinheit eine sehr wichtige Rolle, denn die Gesamtenergie ist das Produkt aus der Energie der Einzelteilchen und deren Anzahl pro Flächeneinheit. Je gröfser demnach die Anzahl der Teilchen auf der Normalfläche ist, um so geringer ist die Energie der Einzelmolekel und umgekehrt. Da nun die Atomwärme resp. Molekularwärme die Energiezunahme des Einzelteilchens bei 1^0 Erwärmung darstellt, so mufs auch diese im Zusammenhang mit der Anzahl der Teilchen stehen, denn es mufs bei der Temperatur A^0, wie auch bei $(A+1)^0$ die Gesamtenergie pro Flächeneinheit, nach dem Obersatz, für je 2 Körper gleich sein. Mathematisch ausgedrückt stellt sich der Zusammenhang wie folgt dar:

Atomwärme resp. Molekularwärme ist umgekehrt proportional der Anzahl X der Teilchen pro Normalfläche, so dafs das Produkt von Atomwärme und Anzahl X der Teilchen auf der Flächeneinheit eine konstante ist. Dieser Satz läfst sich nun zahlenmäfsig prüfen und ist dann durch seine Richtigkeit auch der Obersatz bewiesen.

Die im Folgenden verwendeten Zahlen entstammen Ostwald's Lehrbuch 2. Aufl. Bd. I. und Landolt-Börnstein's Tabellen 1. Aufl. und zwar die Werte für die Molekularvolumina:

Ostwald St. 854 und St. 376,

Landolt St. 88—100 und St. 115—138; die Zahlen für Molekularwärme:

Ostwald St. 982 und St. 586,

Landolt St. 183.

Formel	V	X	Molekularwärme M	M.X	
Li	11·9	15·9	6·6	105	
Na	23·7	10·0	6·8	68	
K	45·5	6·5	6·5	42	
Rb	56·3	5·6	6·4	36	
Cu	7·1	22·4	5·9	132	
Ag	10·3	17·6	6·1	107	
Au	10·2	17·6	6·4	113	
Be	4·3	31·3	3·8	119	
Mg	13·3	14·7	6·0	88	
Ca	25·3	9·6	6·8	65	

Formel	V	X	Molekular-wärme M	M.X	
Zn	9·5	18·4	6·1	112	
Cd	13·0	14·9	6·1	91	
Ba	36·5	7·5	6·4	48	
Hg	14·8	13·7	6·4	88	
B	4·1	32·3	2·6	84	
Al	10·1	17·7	5·8	103	
Tl	17·2	12·4	6·9	86	
C	3·4	35·5	1·8	64	
Si	11·4	16·3	4·6	75	
Sn	16·2	12·9	6·5	84	
Pb	18·2	11·9	6·5	77	
P	17·0	12·5	6·2	77	
As	13·3	14·7	6·0	82	
Sb	17·9	12·1	6·1	74	
Bi	21·2	10·8	6·3	68	
S	15·7	13·2	5·7	75	
Cr	7·7	21·2	6·4	136	
Cl	25·6	9·5	6·4	61	
Br	25·1	9·7	6·7	65	
J	25·7	9·5	6·9	66	
Fe	6·6	23·5	6·3	148	
Co	6·7	23·5	6·3	148	
Pt	9·1	19·0	6·3	120	
Mn	7·7	21·2	6·7	142	
$BaCl_2$	54·0	5·81	18·7	109	
PbS	33·4	8·00	12·4	99	
PbJ_2	74·5	4·70	19·7	93	
KBr	44·2	6·60	13·5	89	
NaJ	42·3	6·81	13·0	88	
HgS	30·2	8·54	12·0	102	
$ZnCl_2$	49·4	6·15	18·6	114	
SnS_2	40·2	7·08	21·7	154	
As_2S_3	71·3	4·83	27·8	134	
Sb_2S_3	74·7	4·69	29·7	139	
$BaCO_3$	45·6	6·48	21·5	139	
$BaSO_4$	52·9	5·88	25·8	152	
$PbCO_3$	40·9	6·98	21·4	149	
$CaCO_3$	33·9	7·88	20·5	161	
$MgSO_4$	45·3	6·50	26·8	174	

Formel	V	X	Molekularwärme M	M.X	
$Na_2 CO_3$	42·6	6·77	27·0	183	
$Na_2 SO_4$	53·5	5·83	32·5	189	
$Si O_2$	22·6	10·30	11·3	116	
$Bi_2 O_3$	56·8	5·60	28·3	158	
$Mn O$	13·9	14·30	11·1	159	
$Cu O$	12·4	15·50	11·0	170	
$B_2 O_3$	39·1	7·16	16·6	119	
$Al_2 O_3$	26·2	9·39	21·3	200	
$Cr O_3$	36·4	7·52	27·4	206	
$Fe_2 O_3$	30·8	8·44	26·5	224	
$C_4 H_6 O_4$	76·1	4·63	36·9	171	Bernsteinsäure
$C_4 H_6 O_6$	85·3	4·29	43·2	185	Weinsäure
$C H_4 O$	42·4	6·80	21·6	147	Methylalkohol
$C_2 H_6 O$	62·1	5·29	29·9	158	Äthyl »
$C_3 H_8 O$	81·2	4·42	39·6	175	Propyl »
$C_4 H_{10} O$	101·6	3·81	47·0	179	Butyl »
$C_5 H_{12} O$	123·4	3·34	55·5	185	Amyl »
$C_3 H_6 O_2$	84·8	4·30	36·1	155	Äthylformiat
$C_4 H_8 O_2$	106·8	3·69	45·6	168	Propyl »
$C_3 H_6 O_2$	83·7	4·34	37·5	163	Methylacetat
$C_8 H_8 O_2$	150·3	2·93	56·3	165	Methylbenzoat
$C_9 H_{10} O_2$	174·2	2·65	63·8	169	Äthylbenzoat
$C_3 H_6 O_2$	85·4	4·28	36·9	158	Propionsäure
$C_3 H_7 Cl$	91·4	4·10	31·8	130	Propylchlorid
$C_2 H_5 Br$	78·0	4·55	23·4	106	Äthylbromid

Diese Auffassung von Temperatur widerspricht nun direkt dem Gesetz von Dulong-Petit, daher gilt es bei Betrachtung der vorstehenden Zahlen auch dieses Gesetz zahlenmäfsig in Vergleich zu ziehen. Die gröfsten Differenzen in obiger Berechnung finden sich bei den Elementen und sind verursacht durch die Alkalien und Erdalkalien einerseits und die Metalle der Eisengruppe anderseits. Immerhin ist das Fehlerverhältnis nicht viel gröfser, als beim Dulong-Petit'schen Gesetz, wie sich durch die Nebeneinanderstellung der für die Elemente gefundenen Zahlen ergibt. Die nach dem Dulong-Petit'schen Gesetze berechneten Atomwärmen variieren zwischen 1·8 bis 6·9 = 1 : 3·83 dagegen finden sich bei der Berechnung von M·X zwischen 35·8 bis 148·0 = 1 : 4·16 schwankende Werte. Die ungenügende Übereinstimmung der für die Alkalien berechneten Zahlen, wird im Folgenden seine Erklärung finden, hier sei nur darauf hingewiesen,

dafs trotz der Multiplikation der Atomwärme mit der so stark veränderlichen Anzahl der Teilchen pro Flächeneinheit, das Fehlerverhältnis nur gering geändert wurde.

Hat sich nun auch bezüglich der Elemente kein beweiskräftiges Material erbringen lassen, so ergibt sich dafür bei der Berechnung des Faktors M·X für chemische Verbindungen ein ganz anderes, günstigeres Resultat. Trotzdem hier Zahlen von äufserst stark wechselnder Gröfse mit einander multipliziert werden, weist das Produkt nur mehr ganz geringfügige Schwankungen auf. Stellt man wieder, wie oben, die einzelnen Befunde zusammen, so erhält man als

Differenz der Werte von X: $2 \cdot 65 - 35 \cdot 5 = 1 : 13 \cdot 4$
» » » » M: $1 \cdot 80 - 63 \cdot 8 = 1 : 35 \cdot 4$
» » » » M·X: $35 \cdot 8 - 223 \cdot 7 = 1 : 6 \cdot 3$

Würde also keinerlei Regelmäfsigkeit vorliegen, so wäre eine Differenz von $1 : 13 \cdot 4 \times 35 \cdot 4 = 1 : 474 \cdot 36$ für M·X zu erwarten, der jedoch nur eine solche von $1 : 6 \cdot 3$ gegenübersteht, womit bewiesen sein dürfte, dafs die Annäherung von M·X an einen konstanten Wert keine Zufälligkeit ist. Mit dieser Berechnung ist nur das erste Glied einer langen Kette von Beweisen des Obersatzes gegeben, während sich die übrigen Belege in den folgenden Kapiteln vorfinden werden.

Hieran anschliefsend sollen die Wirkungen, welche die Temperaturveränderung auf die Körper ausübt und deren auffallendste, die Änderung des Aggregatzustandes, Platz finden. Jeder Körper hat, bei bestimmter Temperatur, einen bestimmten Energieinhalt in Form von physikalisch erkennbarer Energie, und zwar ist diese Energiemenge für gleiche Volumina der verschiedenen Körper gleich, denn man kann doch, ohne weiteren Beweis, statt der Werte »gleiche Energiemenge pro Flächeneinheit«, auch »Gleichheit pro Volumeneinheit« setzen, da ja bei obiger Berechnung vorausgesetzt wurde, dafs die Teilchen ein kugeliges Volumen besitzen. Eine sichtbare Wirkung dieser Energie tritt jedoch — aufser bei Gasen — nicht zu Tage, weil die Anziehung der Teilchen unter sich durch die Kraftwirkung der Bewegungsenergie ausgeglichen wird. Aus dieser Thatsache läfst sich zunächst schliefsen, dafs die Energie der Teilchen und die Anziehung derselben entgegenwirkende Momente sind, und die nächstliegende und auch einzig richtige physikalische Annahme wird die sein, dafs die beiden Kraftwirkungen gegenseitig im Gleichgewicht stehen. Da aber die Wirkung der Bewegungsenergie kaum in etwas anderem als einem Druck der Teilchen von innen nach aufsen bestehen kann, so läfst sich der Gleichgewichtszustand, z. B. für Flüssigkeiten, wie folgt zusammenfassen:

> Der Druck, welchen die Teilchen eines flüssigen Körpers ausüben, ist gleich der Summe der Anziehungen dieser Teilchen und dem dadurch hervorgerufenen Druck von aufsen nach innen, und zwar für jede zwischen Schmelz- und Siedepunkt gelegene Temperatur.

Dieser, noch zu beweisende Satz entspringt aus der Anschauung, dafs die Teilchen in einem gewissen Raume schwingen und es jedem anderen Teilchen unmöglich machen, auch nur zeitweilig, diesen Raum einzunehmen. Durch die Schwingung aber wird ein Druck nach allen Seiten des Schwingungsraumes ausgeübt, und diesem Drucke steht die Anziehung zwischen den Teilchen entgegen, welche bestrebt ist, den Schwingungsraum der Teilchen zu verkleinern. Danach ist ein Gleichgewichtszustand zwischen den beiden sich entgegenwirkenden Kräften anzunehmen, und thatsächlich mufs ein solcher unbedingt vorhanden sein, denn falls der Druck von innen nach aufsen im Übergewicht wäre, müfste der Anziehungsdruck überwunden und die Teilchen auseinandergeschoben werden. Dazu bedarf es jedoch einer gewissen Menge Arbeit und diese kann nur auf Kosten des Energieinhaltes der Teilchen geleistet werden. Durch diese Energieabnahme verkleinert sich aber auch der Druck nach aufsen und von einem gewissen Punkte ab, wird die Anziehung überwiegen und nun ihrerseits rückläufige Bewegung bis zum Gleichgewichtszustand verursachen.

Dieser Schlufs erscheint fast widersinnig, wenn man in Betracht zieht, dafs der Binnendruck mit zunehmender Temperatur abnimmt, während der Druck der Bewegungsenergie mit Temperaturzunahme eine Vergröfserung zu erfahren scheint. Der Grund, warum aber trotzdem die Drucke im Gleichgewichte stehen, ist in der Ausdehnung der Körper durch die Wärme zu suchen.

Ehe dieser Gedanke weiter verfolgt werden kann, mufs noch der Zusammenhang des Druckes von innen nach aufsen mit seiner Energiequelle genauer betrachtet werden, was am besten an einem im Gaszustand befindlichen Körper geschehen kann. Wie die Erfahrung zeigt, weicht jedes Gas, sobald es sich seinem Verflüssigungspunkte nähert, mehr oder weniger von dem Boyle'schen Gesetze in dem Sinne ab, dafs das Volumen stärker abnimmt, als dem Druck entsprechen würde; gerade als ob zu dem wirklich ausgeübten Druck noch ein zweiter hinzugekommen wäre. Man wird nämlich bei der Zusammendrückung eines unterhalb seiner kritischen Temperatur befindlichen Gases stets an einen Punkt gelangen, von dem ab sich das Volumen ohne weitere Drucksteigerung von selbst verkleinert, wenn nur die frei werdende Wärme abgeleitet und der gleiche Druck aufrechterhalten bleibt. Der Verflüssigungspunkt aber ist derjenige, bei welchem die Anziehung der Teilchen die Oberhand erlangt über die kinetische Energie und ihre Wirkung, d. h. über den Druck von innen nach aufsen. Diese Anziehungswirkung mufs nun schon vorher, wenn auch in geringerem Mafse, vorhanden gewesen sein und wird ihre Wirkung ausgeübt, d. h. sich zu dem mechanischen Druck von aufsen addiert haben. Der Überdruck aber ist es, der bei Drucksteigerung eine raschere Abnahme des Gasvolumens hervorruft, als es dem Boyle'schen Gesetz entsprechend der Fall sein dürfte. Diese Erklärung, welche schon 1879 Van der Waals

gegeben hat, ist in sofern natürlich, als nicht wohl angenommen werden kann, dafs sich erst gerade beim Siedepunkt die, entschieden von der Entfernung der Teilchen abhängige, Anziehung einstellt, sondern dafs sie schon im Gaszustand, allerdings wegen der gröfseren Entfernung der Teilchen von einander, in geringerem Mafse, vorhanden war. Hierin liegt auch sofort der Grund, warum z. B. Wasserstoff die Abweichung vom Boyle'schen Gesetz nicht zeigt. Der Wasserstoff hat eben ein sehr kleines Molekulargewicht und daher entsprechend geringe Anziehung der Teilchen, was zur Folge hat, dafs der, auch beim Wasserstoff vorhandene Überdruck, durch die Versuchsfehler unkenntlich wird. Umgekehrt weisen Gase mit grofsem Molekulargewicht, also entsprechend grofser Anziehung, sehr grofse Abweichungen vom Gesetze auf. So ergeben sich nach Ostwald*), wenn die den Forderungen des Gesetzes nahezu entsprechende Luft als Einheit gewählt wird, für nachstehende Gase beim Zusammendrücken folgende Volumina:

Druck in Atmosphären	CO_2	N_2O	C_2H_4	CH_4
5	0·989	0·983	0·986	0·992
10	0·965	0·956	0·972	0·981
20	0·919	0·896	0·955	0·956
40	0·739	0·732	0·919	0·940
Molekulargewicht	44	44	28	16

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, dafs mit Zunahme des Molekulargewichtes, die Abweichung vom Gesetze steigt, und das deckt sich bei der für Gase gleichen Entfernung der Teilchen, mit der Annahme, dafs Anziehung der Teilchen die Ursache der Unregelmäfsigkeit ist.

Vor allem ist die Gleichheit der Abweichung bei den in der Molekel gleich schweren Gasen CO_2 und N_2O sehr bezeichnend, wie auch die Reihenfolge der Werte für die Richtigkeit der Behauptung spricht.

Je mehr sich die Teilchen durch äufseren Druck einander nähern, desto mehr Energie wird von der Anziehung überwunden, und desto geringer wird der nach aufsen hin bemerkbare Druck. Kommt nun der Moment, wo die Anziehung, zusammen mit dem Druck von aufsen her, gerade ausreicht, um der kinetischen Energie der Teilchen, und dem dadurch verursachten Druck von innen nach aufsen, das Gleichgewicht zu halten, so beginnt die Verflüssigung. Ist dabei die Temperatur niedrig genug, so benötigt die Flüssigkeit sogar den Druck von aufsen gar nicht mehr, und der Binnendruck allein genügt, den neuen Aggregatzustand aufrecht zu erhalten.

Die Verflüssigung selbst vollzieht sich auf einmal und ganz unvermittelt, bei bestimmtem Druck und bestimmter Temperatur, und diese Thatsache besagt, dafs ein ganz bestimmtes Anziehungsmoment und der damit verbundene Binnendruck gerade genügt, Flüssigkeit zu erzeugen. Ein höherer

*) Ostwald Lehrbuch 2 Aufl. Bd. I St. 143.

oder niederer Druck wäre entweder zu grofs und liefse sich auf das Gas, als solches, nicht mehr ausüben, oder zu klein, um den Aggregatzustand verändern zu können. Ein solcher, fest bestimmter Punkt aber ist nun gar nicht denkbar, wenn man einen überwiegenden Binnendruck annimmt, vielmehr kann er nur zustande kommen, wenn Binnendruck und Druck von innen nach aufsen im Augenblick der Verflüssigung gleich grofs sind. Ist daher beim Siedepunkt dieses Gleichgewicht beider Drucke vorhanden, so mufs es der Flüssigkeit an sich eigen sein, da sich ja beide Drucke in ganz gleicher Weise ändern, wenn Energie- oder Raumverschiebung eintritt und läfst sich die Richtigkeit dieser Behauptung wie folgt beweisen:

Denkt man sich das Volumen eines Teilchens kugelförmig, von aufsen mit einer festen Hülle umgeben, und nimmt an, dafs innerhalb dieses Raumes das Teilchen um den Kugelmittelpunkt diametral schwinge, so werden von innen gegen die feste Hülle Stöfse erfolgen, ähnlich wie sie ein Gas auf die Wandungen des einschliefsenden Gefäfses ausübt. Diese Stöfse rufen aber einen gewifsen Druck hervor, und da solch ein Teilchen sich genau wie ein Gas verhält, so wird die Anzahl der Stöfse pro Flächeneinheit der Hülle, für die Gröfse des Druckes mafsgebend sein, wobei gleiche Energie aller Stöfse Voraussetzung ist. Die Zahl sämtlicher Stöfse pro Zeiteinheit hängt von der Energie des Teilchens ab und wird daher bei den verschiedensten Voluminas solange gleich bleiben, als der Energieinhalt derselbe bleibt. Anders dagegen verhält es sich mit der Anzahl der Stöfse auf die Flächeneinheit, denn diese ist umgekehrt proportional der Gröfse der Kugeloberfläche und damit umgekehrt proportional dem Quadrat des Kugelradius. Nun steht aber auch die Anziehung der Teilchen und deren Änderung in demselben Verhältnis zum Radius, so dafs sich die beiden entgegenstehenden Kräfte gleichartig mit der Entfernung ändern. Da sich aber beide Drucke beim Siedepunkt im Gleichgewichtszustand befinden müssen, so mufs diese Gleichheit auch während des Flüssigkeitszustandes überhaupt vorhanden sein.

Diese Verhältnisse gelten nun nicht ohne weiteres für die Festkörper, sie kommen vielmehr zunächst nur für Flüssigkeiten in Betracht, denn nur bei diesen ist die Oberflächenspannung gleichheitlich verteilt und sind daher alle Richtungen im Körper in Bezug auf Druck gleichwertig, während bei Festkörpern, zumal bei Krystallen, einzelne Richtungen bevorzugt sind.

Der vorstehend bewiesene Satz läfst nun eine ziemliche Anzahl von Folgerungen zu, deren Richtigkeit durch die experimentelle Forschung Bestätigung gefunden hat. Ist es nämlich richtig, dafs Binnendruck und Druck von innen nach aufsen im Gleichgewichte stehen, so mufs der Ausdehnungskoefficient mit zunehmender Temperatur wachsen und sind dafür die folgenden Gründe vorhanden:

Die Temperatur ist auf absolute Gase bezogen und nimmt daher von Grad zu Grad gleichmäfsig zu, weshalb auch jeder Körper bei 1^0 Erwärmung stets die gleiche Energiemenge aufnehmen mufs. Diese Energie bildet

alsdann eine dem Körper zugehörige Gröfse und ist teils als Energie der Bewegung der Teilchen, teils als Energie der Lage, d. h. als Anziehung aufgehäuft.

Die Teilung der bei der Erwärmung zugeführten Energie in diese beiden Bewegungsformen mufs aber, wenn der Obersatz richtig ist, eine gleichheitliche sein und ist dies, wie gezeigt werden soll, in Wirklichheit der Fall. Der Energieinhalt eines Teilchens nämlich erhöht sich mit der Zunahme der Temperatur und zwar in Form von Bewegungsenergie, die ihrerseits sich als Arbeitsleistung äufsernd, eine Ausdehnung des Teilchens herbeiführt, und es wird dieser Übergang von kinetischer Energie zu Energie der Lage so lange vor sich gehen, bis sich die Gesamtmenge der Energie gleichmäfsig verteilt hat, da der Weg, über welchen die Ausdehnungsarbeit, d. h. die Überführung in Energie der Lage, geleistet wurde, gleich ist mit demjenigen, auf welchem der Verlust an Bewegungsenergie vor sich ging.

Da sich zu gleichem Wege auch noch Gleichheit der Druckkräfte gesellt, so müssen beide Energiearten eine gleich grofse Arbeitsleistung liefern, woraus dann der weitere Schlufs folgt, dafs auch im Flüssigkeitszustand beide Energiearten des Teilchens gleiche Gröfse besitzen müssen. Hiebei ist die Energie der Lage, wie schon angedeutet, stets aufgefafst, als die von der Teilchenanziehung geleistete Arbeit über die entsprechende Wegstrecke der Ausdehnung. Diese Arbeit ist nun bei ein- und demselben Körper für je 1^0 Erwärmung die gleiche, daher wird der Weg mit der Anziehung im umgekehrten Verhältnisse wechseln; denn je gröfser die letztere ist, über einen desto geringeren Weg braucht sich ja ihre Wirkung zu erstrecken, um stets gleiche Arbeitsmenge zu leisten und umgekehrt. Je höher also die Temperatur steigt, desto öfter dehnt sich der Körper aus, desto gröfser wird der Abstand der Teilchen und dem entsprechend verringert sich die Anziehung. Diese Verringerung aber ruft nun ihrerseits wieder eine Vergröfserung des Weges hervor und bewirkt damit eine Änderung des Ausdehnungskoefficienten. Demnach mufs der Ausdehnungskoefficient mit zunehmender Temperatur wachsen, eine Folgerung, die sich mit den Thatsachen ganz und gar deckt. Als sehr geeignetes Beispiel hiefür ist das Quecksilber gewählt worden, dessen Ausdehnungskoefficient am genauesten von allen Körpern studiert ist, und das, trotz seiner gleichmäfsigen Ausdehnung, die es zu einer Thermometersubstanz geeignet macht, doch die Vergröfserung des Koefficienten sehr wohl erkennen läfst. Die nachfolgenden Zahlen sind dem Ostwald'schen Lehrbuch*) entnommen.

Ausdehnungskoefficient von Quecksilber bei	Koefficient
0^0 C	0·000 18 129
100^0 »	18 207

*) Ostwald Lehrbuch 2 Aufl. Bd. I St. 283.

Quecksilber bei	Koefficient
200° C	0.000 18 378
300° »	18 640
360° »	18 841

Wie sich aus diesen Zahlen ergibt, und wie zu erwarten war, tritt nicht eine einfache, gleichmäfsige Steigerung des Koefficienten ein, sondern die Vergröfserung erfolgt um so rascher, je höher die Temperatur steigt. In der bisherigen Ausführung liegt auch schon begründet, warum das Quecksilber eine so gleichmäfsige Ausdehnung aufweist und dadurch zur Füllung von Thermometern verwendbar wird. Sein Anziehungsmoment $\frac{M}{(2R)^2}$ ist nämlich sehr grofs, wegen des hohen Atomgewichtes und des kleinen Atomradius, weshalb auch der Weg, über welchen diese Kraft wirkt, nur ein sehr kleiner zu sein braucht, um dieselbe Arbeit zu leisten, wie ein Körper mit kleinem Anziehungsmoment. Je kleiner aber der Weg der Kraft ist, um so weniger nimmt das Anziehungsmoment ab, und um so geringer ändert sich der Ausdehnungskoefficient.

Nach diesen Überlegungen ergibt sich nun die Erklärung des Siedevorganges und des Siedepunktes ganz einfach: Jeder Körper nimmt bei 1° Erwärmung pro Volumeinheit eine bestimmte Energiemenge auf. Diese Energiemenge ruft zunächst einen Zuwachs an kinetischer Energie des Körpers hervor, woraus dann eine Entfernung der Teilchen von einander, d. h. Ausdehnung resultiert.

Dieser Ausdehnung wirkt aber die Anziehung der Teilchen entgegen und mufs daher zu deren Überwindung, wie oben erwähnt, die halbe Energie verwendet werden, welche aber immer noch — und zwar als Energie der Lage der Teilchen — im Körper verbleibt, während der Rest, in Bewegungsenergie umgewandelt, den Teilchen innewohnt. Mit zunehmender Entfernung der Teilchen wird aber auch die Ausdehnung für jeden Grad Temperaturzunahme wachsen und es mufs daher zwingend ein Punkt kommen, wo die Anziehung, vermehrt durch den äufseren Atmosphärendruck, sich derart verkleinert, dafs der Weg der Kraft gröfser als die Wirkungsweite des Teilchens wird und damit ist die Bedingung für den Gaszustand gegeben.

Kommt nun eine Flüssigkeit ihrem Siedepunkt nahe, so wird sich die Energieaufnahme nicht auf alle, sondern vorerst nur auf die an bevorzugten Punkten gelegenen Teilchen erstrecken, und diese werden, mit bestimmter Energie behaftet, als Dampf entweichen, während sie die übrigen Teilchen bei der alten Temperatur, dem Siedepunkte, zurücklassen. Bei diesem Vorgang mufs natürlich eine gewisse Energiemenge verbraucht, gebunden, werden, welche aber jetzt nicht mehr vom flüssigen Körper, sondern vom Dampf abhängig ist, wie sich bei der Verdampfung von Wasser aus Salzlösungen zeigt, wobei, trotzdem die Lösungen wesentlich höhere Siedepunkte aufweisen, immer nur Dampf von 100° entwickelt wird.

Aus dieser Erklärung des Siedepunktes ist aber die Schlufsfolgerung berechtigt, dafs beim Siedepunkt das Anziehungsmoment $\frac{M}{4 R^2}$ sehr klein sein mufs und daher, zum mindesten für Körper nahezu gleichen Molekulargewichtes und ähnlicher Zusammensetzung, einer Konstanten zustrebt.

Veranschaulicht wird diese Folgerung durch nachstehende auf die Richtigkeit der Gesamtanschauung hinweisende Zahlen. In der tabellarischen Zusammenstellung ist, wie auch früher, das Molekulargewicht mit M, das Molekularvolumen beim Siedepunkt*) mit V und der aus dem Volumen berechnete Radius mit R bezeichnet.

Formel		M	V	R	$\frac{M}{(2R)^2}$
H_2O	Wasser	18	18·8	1·650	1·8
C_2H_4O	Acetaldehyd	44	56 9	2·386	1·9
CH_4O	Methylalkohol	32	42·5	2·164	1·8
C_2H_6O	Äthyl »	46	62·0	2·455	1·9
C_3H_6O	Aceton	58	77·1	2·640	2·1
C_3H_6O	Allylalkohol	58	74·0	2·605	2·1
$C_2H_4O_2$	Essigsäure	60	63·5	2·470	2·5
»	Methylformiat	60	63·0	2·468	2·4
C_3H_8O	n. Propylalkohol	60	81·0	2·684	2·1
»	Iso »	60	82·0	2·695	2·0
SO_2	Schwefeldioxyd	64	43·9	2·189	3·3
C_2H_5Cl	Äthylchlorid	64·5	71·2	2·571	2·4
C_5H_5N	Pyridin	79·	89·4	2·772	2·6
C_5H_8	Valerylen	68	104·0	2·917	2·0
C_5H_{10}	Amylen	70	111·0	2·981	2·0
$C_4H_{10}O$	n. Butylalkohol	74	101·6	2·896	2·2
»	Iso »	74	101·6	2·896	2·2
$C_3H_6O_2$	Propionsäure	74	85·5	2·732	2·4
»	Äthylformiat	74	84·5	2·720	2·5
»	Methylacetat	74	83·8	2·716	2·5
$C_4H_{10}O$	Äthyläther	74	106·1	2·937	2·1
CS_2	Schwefelkohlenstoff	76	62·1	2·456	3·1
C_3H_7Cl	Propylchlorid	78·5	91·4	2·893	2·4
C_6H_6	Benzol	78	96·0	2·840	2·4
SO_3	Schwefeltrioxyd	80	44·1	2·192	4·1
Br	Brom	80	55·0	2·359	3·6

*) Nach Ostwald Lehrbuch 2 Aufl. Bd. I St. 376—385.

Formel		M	V	R	$\frac{M}{(2R)^2}$
$C_5 H_{12} O$	Äthylpropyläther	88	127·8	3·125	2·2
$C_4 H_8 O_2$	Propylformiat	88	107·0	2·945	2·4
»	Äthylacetat	88	107·0	2·945	2·4
»	Methylpropionat	88	104·5	2·923	2·5
»	n. Buttersäure	88	106·0	2·936	2·5
»	Iso »	88	108·0	2·954	2·5
$C_5 H_{12} O$	n. Amylalkohol	88	123·4	3·088	2·3
»	Iso »	88	123·8	3·090	2·3
$C_6 H_{10}$	Diallyl	82	126·0	3·110	2·1
$C_7 H_8$	Toluol	92	118·0	3·043	2·5
$C_6 H_7 N$	Anilin	93	106·2	2·937	2·7
$C_6 H_{14} O$	Äthylbutyläther	102	150·1	3·296	2·3
$C_5 H_{10} O_2$	Butylformiat	102	130·5	3·146	2·5
»	Iso »	102	130·0	3·143	2·5
»	Propylacetat	102	128·0	3·126	2·6
»	Äthylpropionat	102	128·0	3·126	2·6
»	Methylbutyrat	102	127·0	3·118	2·6
»	Methylisobutyrat	102	126·0	3·110	2·6
$C_8 H_{10}$	Caprylen	106	177·0	3·483	2·3
»	o. Xylol	106	138·2	3·207	2·6
»	m. »	106	139·7	3·220	2·6
»	p. »	106	140·2	3·222	2·6
$C_7 H_8 O$	o Kresol	108	121·5	3·073	2·8
$C_2 H_5 Br$	Äthylbromid	113	77·8	2·649	4·1
$C_7 H_{16} O$	Propylbutyläther	116	174·4	3·464	2·4
$C_{10} H_{20}$	Diamylen	130	211·2	3·693	2·6
$C_7 H_5 NS$	Phenylsenföl	135	143·4	3·245	3·2
PCl_3	Phosphortrichlorid	137·5	93·5	2·816	4·3
$C_8 H_{16} O_2$	Butylbutyrat	144·	197·8	3·613	2·7
$C_2 H Cl_3 O$	Chloral	147·5	108·9	3·276	3·4
$C_9 H_8 O_2$	Zimmtsäure	148·0	162·3	3·383	3·2
$C_2 H_5 J$	Äthyljodid	156	86·0	2·738	5·2
$PO Cl_3$	Phosphoroxychlorid	153·5	101·5	2·893	4·6
$Si Cl_4$	Siliciumchlorid	164·	121·5	3·073	4·3
$As Cl_3$	Arsenchlorid	181·5	94·5	2·826	5·7
$Ti Cl_4$	Titanchlorid	192·0	124·2	3·094	4·9
$Sb Cl_3$	Antimontrichlorid	226·5	100·7	2·885	6·8
$C_{16} H_{32} O_2$	Octyloctylat	256 0	404·3	4·587	3·0

Lassen nun auch die angeführten Zahlen keine absolute Konstante erkennen, so bestätigen sie doch einigermafsen das oben Gesagte, und schon die Vergröfserung des Anziehungsmomentes mit zunehmendem Volumen beweist, dafs von einer richtigen Voraussetzung ausgegangen ist; denn mit wachsendem Volumen verringert sich die Anzahl der Teilchen pro Volumeneinheit, und das Einzelteilchen nimmt dafür mehr Energie auf, so dafs das Anziehungsmoment, da trotzdem eine starke Wegvergröfserung bei Erwärmung eintritt, immerhin gröfser sein darf, als bei Teilchen kleineren Volumens.

Durch diese Ansicht über das Sieden findet auch die schon lange für richtig gehaltene Annahme, dafs das Molekularvolumen beim Siedepunkt die Summe bestimmter Atomvolumina sei, ihre Erklärung.

Ein dem Siedeprozefs vollkommen ähnlicher Vorgang ist das Schmelzen, da auch dieses durch die Wechselwirkung von Anziehungs- und Bewegungsenergie bedingt ist.

Für diese Behauptung spricht die Thatsache, dafs der Schmelzpunkt solcher Körper, die unter Ausdehnung schmelzen, durch Druck erhöht wird, während er sich erniedrigt, wenn das Schmelzen unter Zusammenziehung erfolgt; und ferner, dafs auch durch Lösen von Stoffen in einem Lösungsmittel dessen Schmelzpunkt erniedrigt wird. Von den vielen anderen hier einschlägigen, beweiskräftigen Thatsachen sei nur die eine erwähnt, dafs der Schmelzpunkt der Elemente eine periodische Funktion der Atomgewichte ist, und zwar zeigt sich Periodicität in entgegengesetztem Sinne, als die zwischen Atomgewicht und Atomvolumen bestehende, d. h. je gröfser das Volumen eines Elementes ist, desto niedriger liegt sein Schmelzpunkt.

Nach den vorstehend geäufserten Ansichten mufs also ein Festkörper im Innern so beschaffen sein, dafs jedes Teilchen eine bestimmte Gleichgewichtslage einnimmt, die den Mittelpunkt einer mehr oder weniger verwickelten Schwingung bildet. Die Dimensionen der Schwingung sind für die Gleichgewichtslage belanglos und werden nur bei Energieverschiebungen unter bestimmten Umständen bemerkbar, nämlich dann, wenn viele gleiche Dimensionen in einer Richtung aufeinanderfolgen, wie dies beispielsweise bei den Krystallen der Fall ist und deren verschieden grofse Ausdehnungsfähigkeit in verschiedenen Richtungen beim Erwärmen bewirkt*).

Solch eine Gleichgewichtslage kann aber nur durch eine in sich zurückkehrende Bewegung hervorgerufen werden und letztere ist hinwieder nur denkbar, wenn das schwingende Teilchen, während der ganzen Dauer seiner Schwingung, von den umliegenden Teilchen gleichmäfsig angezogen

---

*) An dieser Stelle soll noch bemerkt werden, dafs der Verfasser dieser Zeilen eine Arbeit über Krystallisation unter zu Grundelegung von Teilchengravitation bereits begonnen hat, und dafs er sich eine weitere Ausgestaltung dieses Gebietes im obigen Sinne vorbehält.

wird. Dies setzt jedoch voraus, dafs die Teilchen ein gewisses System bilden, in welchem alle Schwingungen einander angepafst sind, so dafs keine Änderung in der Gesamtanziehung des einzelnen Teilchens eintritt. Die Bildung eines derartigen Systems aber ist abhängig von der Temperatur und der Zusammensetzung des Körpers. Wird daher einem Festkörper von einer Seite her die Energie zugeführt, so mufs eine Störung eintreten und ein einseitiges Verschieben erfolgen. Diese Verschiebung, welche sich als Ausdehnung geltend macht, wird sich mit der Temperaturzunahme vergröfsern und es kommt der Moment, wo die Anziehung der übrigen Teilchen diese geradlinige Bewegung nicht mehr in eine in sich zurückkehrende Kurve zu zwingen vermag, wodurch das System zerstört, und Flüssigkeit erzeugt wird.

Schmelzen ist sonach nur ein unter Druck, und zwar unter dem Binnendruck stehender Siedevorgang, daher auch sublimierende Körper, welche ja nur siedende Festkörper darstellen, unter Druck in Schmelzung übergehen.

Zum Schlusse soll noch das abnorme Verhalten der Alkalien und Erdakalien, wie es sich bei Erläuterung des Temperaturbegriffes in Bezug auf Teilchenzahl gezeigt hat, Erwähnung finden.

Die Alkalien und Erdalkalien haben alle die Eigenschaft, sich beim Schmelzen zusammenzuziehen; ihre Teilchen müssen sich daher im Festkörper in einer Zwangslage befinden und folgedessen werden Hohlräume, die durch Schwingung nicht ausgenützt sind, zwischen denselben vorhanden sein. Sobald jedoch die Schmelzung beginnt, ist eine Erhaltung dieses labilen Zustandes nicht mehr möglich und es tritt trotz der Erwärmung eine Zusammenziehung ein, ein Vorgang, der sich gerade bei den Alkalien mit ihrem verhältnismäfsig sehr grofsen Atomvolumen stark geltend machen mufs und bei der Berechnung von $M \cdot X$ ein zu grofses Volumen und eine zu kleine Teilchenzahl pro Flächeneinheit, somit auch zu niedrige Werte für $M \cdot X$ ergibt.

IV. Kapitel.

Benetzbarkeit und Lösung.

Die Benetzbarkeit, ein für viele Vorgänge sehr wichtiger Begriff, findet in den meisten Lehrbüchern eine übermäfsig kurze Behandlung und gewöhnlich wird sie mit dem Satze abgethan: Eine Flüssigkeit benetzt einen Festkörper, wenn die Adhäsion gröfser als die Kohäsion der Flüssigkeit ist.

An dieser Stelle soll nun die Benetzbarkeit unter dem Gesichtspunkt der Teilchengravitation etwas genauer besprochen werden.

Jede in einem Gefäfs befindliche Flüssigkeit hat, wenn sie die Wände nicht benetzt, an ihrer ganzen Oberfläche, also auch dort, wo sie an den Gefäfsteilchen anliegt, eine bestimmte Oberflächenspannung, einen bestimmten einseitigen Zug, den sie auf ihre Oberflächenteilchen ausübt. Trotzdem findet auch zwischen Gefäfs- und Flüssigkeitsteilchen eine Anziehung statt, die jedoch nicht genügt um dem Binnendruck der Flüssigkeit das Gleichgewicht zu halten und dieser Rest des Binnendruckes ist es, der die Abrundung der Flüssigkeitskanten und ähnliche Kapillarerscheinungen bewirkt. Vergröfsert sich nun die Anziehung zwischen Wand und Flüssigkeit, so wird in einem bestimmten Moment die Anziehung von Seite der Wand auf die Flüssigkeit und umgekehrt diejenige der Flüssigkeit auf die Wand, ebenso grofs werden, wie der Binnendruck der Flüssigkeit. Letzterer wird also vollständig aufgehoben, die Abrundung der Kanten zu konvexen Formen verschwindet und die Teilchen ordnen sich so an, als ob die Wand ebenfalls aus Flüssigkeit bestünde und beide Körper, ohne Sprung, ineinander übergingen.

Darnach läfst sich die Benetzung wie folgt definieren:

Zwischen Flüssigkeit und irgend einem zweiten Körper findet bei Berührung Benetzung statt, wenn die auf gleiche Fläche bezogene Anziehung zwischen den Flüssigkeitsteilchen und denen eines zweiten Körpers gleich oder gröfser ist, als die Anziehung der Flüssigkeitsteilchen unter sich.

Für die Richtigkeit dieses Satzes läfst sich nun der rechnerische, gleichzeitig auch die Ansicht über Teilchengravitation stützende, Nachweis erbringen und sollen zu diesem Zwecke folgende zwei entgegengesetzte Vorgänge näher betrachtet werden:

1) Wasser benetzt Chlorkalium.

2) Quecksilber benetzt Chlorkalium nicht, oder

Anziehung KCl und H_2O $>$ Anziehung H_2O und H_2O.
» KCl » Hg $<$ » Hg » Hg.

Die zur Berechnung dienenden Zahlen sind:

	G	V	R	X
für H_2O	18	18	1·626	12·0
» KCl	74·5	37·7	2·080	7·3
» Hg	199·8	14·8	1·520	13·7.

Darnach beträgt

die Anziehung H_2O und H_2O pro Flächeneinheit = 20·44
» » H_2O » H_2O » » » = 20·44
40·88

Die Anziehung KCl und H_2O pro Flächeneinheit = 65·16
» » H_2O » KCl » » = 15·73
80·89, d. h.

die Anziehung zwischen Salz und Wasser ist, wie oben angegeben, gröfser als der Binnendruck des Wassers, weshalb eine Benetzung stattfindet.

Ferner beträgt

die Anziehung Hg und Hg pro Flächeneinheit	296·00
» » Hg » Hg » »	296·00
	592·00
die Anziehung Hg zu KCl pro Flächeneinheit	211·00
» » KCl » Hg » »	79·00
	290·00

und stimmt also auch hier der rechnerische Befund mit den Thatsachen überein, so dafs der Obersatz der Benetzbarkeit als richtig zu betrachten ist.

In Bezug auf die Anziehungsberechnung pro Flächeneinheit soll noch folgende Überlegung Erwähnung finden. Auf der Flächeneinheit kommen je 12 Wasserteilchen mit 7 3 Chlorkaliumteilchen in Berührung. Um deren gegenseitige Anziehung zu ermitteln, darf man nun nicht ohne weiteres die Anziehung der Einzelteilchen mit der jeweils auf der Normalfläche vorhandenen Teilchenanzahl multiplizieren, sondern es mufs stets die gröfsere Anzahl für beide Anziehungen verwendet werden, denn jedes der 7·3 Chlorkaliumteilchen übt auf die ihm zunächstliegenden Wasserteilchen eine, seinem Gewichte und der Entfernung der Mittelpunkte entsprechende, Anziehung aus. Auf diese Art wird jedes Wasserteilchen mit dem bestimmten Anziehungsmoment, das Chlorkalium auf Wasser ausübt, angezogen und auf der Flächeneinheit erfolgt dieser Vorgang entsprechend der Zahl der Wasserteilchen zwölf mal.

Der umgekehrte Fall aber tritt bei der Berechnung der vom Wasser ausgeübten Anziehung ein, denn hier bestimmt man das Anziehungsmoment für jedes der zwölf Wasserteilchen, gegenüber einem Chlorkaliumteilchen, so dafs sich auf der Flächeneinheit ebenfalls wieder das zwölffache Anziehungsmoment des einzelnen Wasserteilchens als Anziehung ergibt.

Diese Ansicht über Benetzbarkeit zeigt auch sofort, warum ein fein pulverisierter Körper von benetzenden Flüssigkeiten nicht sofort benetzt werden kann. Es liegt eben die Flüssigkeitsoberfläche nur auf einem kleinen Teil der Gesamtfläche des Pulvers auf und wird an solchen Stellen auch wirklich Benetzung erfolgen, an den übrigen aber bleibt die Oberfläche unverändert und verhindert das Eindringen der Flüssigkeit zwischen die Festkörperteilchen.

Benetzung ist nun eine unerläfsliche Vorbedingung für die Lösung eines Körpers und damit ist diese abhängig von einem Anziehungsvorgang zwischen den Teilchen. Nichts liegt aber näher, als auch den Lösungsvorgang selbst auf Gravitation der Teilchen zurückzuführen. So lange ein fester, aber löslicher Körper nur von Luft umgeben ist, besitzt er aufser an seiner Auflagestelle unveränderte Oberflächenspannung und es mangelt daher seinen Teilchen die Fähigkeit, sich unabhängig von einander zu bewegen.

Kommt nun der Körper in eine benetzende und lösende Flüssigkeit, so wird der ihn zusammenhaltende Binnendruck vermindert und zwar, zum mindesten, um den Betrag des Binnendruckes der Flüssigkeit, da sonst eine Benetzung unmöglich wäre. Die Anziehung zwischen Salz und Lösungsmittel wird aber gröfser, als der Binnendruck des Wassers, und es liegt an und für sich nichts im Wege anzunehmen, dafs sie sogar den Binnendruck des zu lösenden Körpers an Gröfse übertrifft. Ist nun das letztere wirklich der Fall, so wird durch diesen Überschufs an Anziehung Schicht für Schicht des Festkörpers losgelöst werden und, in der Flüssigkeit verteilt, jenen Zustand annehmen, den man als Lösung bezeichnet und in welchem zwischen den Teilchen des Festkörpers keine merkliche Anziehung mehr stattfindet.

Soll der Lösungsvorgang wirklich auf Gravitation der Teilchen beruhen, so mufs sich, wie bisher, rechnerisch ermitteln lassen, ob ein Körper in Lösung gehen kann oder nicht.

Auch diesen Berechnungen dient wieder die Normalfläche als Grundlage und finden auf der Flächeneinheit vier verschiedene Anziehungen statt:

1) Die Wasserteilchen ziehen sich untereinander an und bilden so den Binnendruck des Wassers.
2) Die Wasserteilchen ziehen die Teilchen des zu lösenden Körpers, z. B. Chlorkalium, an.
3) Die Chlorkaliumteilchen üben Anziehung auf die Wasserteilchen aus.

Damit also Benetzung eintreten kann, mufs die Summe der Kräfte aus zwei und drei pro Flächeneinheit gröfser sein als die Kraft eins; soll aber Lösung erfolgen, so mufs sie auch den Binnendruck des Chlorkaliums, die als vierte Kraft in Betracht kommt, an Gröfse übertreffen.

Auf den ersten Blick mag es merkwürdig erscheinen, dafs Wasser, dessen Binnendruck schon durch die Anziehung zwischen Wasser und Chlorkaliumteilchen überwunden wird, nun im stande sein soll, den doch wohl gröfseren Binnendruck des Chlorkaliums zu bewältigen. Aber es kommt eben auch hier, wie bei der Benetzung, die Teilchenzahl pro Flächeneinheit desjenigen Körpers zur Geltung, der das kleinere Molekularvolumen besitzt; im vorliegenden Beispiel also die des Wassers. Sohin ist die Anziehung der Chlorkaliumteilchen unter sich mit der Zahl 7·3 zu multiplizieren, während für die Anziehung zwischen Chlorkalium und Wasser die Zahl 12 Anwendung findet. Diese Anschauungen nun, deren zahlenmäfsiger Beweis folgt, lassen sich in den Worten zusammenfassen:

Ein Körper ist in einer Flüssigkeit löslich, wenn die gegenseitige Anziehung zwischen den Teilchen des Lösungsmittels und denen des zu lösenden Körpers gröfser ist

1) als die Anziehung der Lösungsmittelteilchen pro Flächeneinheit unter sich und
2) gröfser als die Anziehung der Teilchen des zu lösenden Körpers auf derselben Fläche unter sich.

Bei der Berechnung tritt auch hier wieder eine, bereits früher genannte, Schwierigkeit zu Tage, darin bestehend, dafs nur eine begrenzte Schichtenzahl der beiden auf einander einwirkenden Körper berücksichtigt werden konnte, und nur die senkrecht zur Berührungsfläche wirkenden Kräfte ermittelt worden sind, da die Benützung einer gröfseren Schichtenzahl die Rechnung unverhältnismäfsig vergröfsern und unklar machen würde. Es wurde daher in Folgendem ausschliefslich nur die oberste Schicht von Flüssigkeit und Festkörper in Betracht gezogen, obwohl damit absolute Mittelwerte selbstverständlich ausgeschlossen sind.

Bei einfach gebauten, anorganischen Verbindungen dürfte diese Praxis allerdings genügen, dagegen mufs bei den viel verwickelter angeordneten, organischen Stoffen noch eine Reihe anderer Faktoren Berücksichtigung finden, von denen hier nur die durch die Krystallform gekennzeichnete Dimensionsverschiedenheit des Teilchenschwingungsraumes angeführt sei. Organische Stoffe sind daher bei der Berechnung fast ganz aufser acht gelassen worden.

Die zur Berechnung nötigen Zahlen sind:

für H_2O $G = 18$ $V = 18$ $R = 1{\cdot}626$ $X = 12$

für KCl $G_1 = 74{\cdot}5$ $V_1 = 37{\cdot}7$ $R_1 = 2{\cdot}080$ $X_1 = 7{\cdot}3$

Hieraus ergeben sich als zusammenhaltende Kräfte:

Für Chlorkalium die Anziehung KCl zu KCl; also

$$\frac{G_1}{(2\,R_1)^2} \cdot X_1 = \frac{74{\cdot}5}{4{\cdot}2{,}080^2} \cdot 7{\cdot}3 = 31{\cdot}4$$

Da diese Anziehung für die Chlorkaliumteilchen eine gegenseitige ist, mufs der gefundene Betrag verdoppelt werden, d. h.

$$KCl - KCl = 62{\cdot}8$$

Trennende Kräfte sind dagegen:

Die Anziehung KCl auf H_2O, nämlich

$$\frac{G_1}{(R+R_1)^2} \cdot X = \frac{74{\cdot}5}{(1{\cdot}626+2{\cdot}080)^2} \cdot 12 = 65{\cdot}2,$$

aufserdem die Anziehung H_2O auf KCl,

$$\frac{G}{(R+R_1)^2} \cdot X = 15{\cdot}7$$

Sonach betragen

die zusammenhaltenden Kräfte	62·8
die trennenden Kräfte	80·9.

Da also, wie ersichtlich, die letzteren überwiegen, mufs eine Trennung d. h. Lösung stattfinden und stimmt dieser Befund mit der Wirklichkeit überein.

In folgender Tabelle findet sich nun die Zusammenstellung einer Anzahl ähnlicher Berechnungen und entstammt das Zahlenmaterial für V dem Tabellenwerk von Landolt und Börnstein.*)

*) Landolt, Börnstein phys.-chem. Tabellen 1. Aufl. St. 88—100.

Salz	G	V	R	X	Anziehung			Summa	
					Salz zu Salz	Salz zu Wasser	Wasser zu Salz	zusammenhaltend	lösend
Lösliche Körper									
H_2O	18	18	1·626	12					
KCl	74·5	37·7	2·080	7·3	62·8	65·2	15·7	62·8	80·9
KBr	119	44·2	2·194	6·6	81·6	97·9	14·8	81·6	112·7
NaJ	150	42·3	2·161	6·81	109·2	120·0	14·4	109·2	134·4
PbJ_2	460	74·6	2·611	4·70	158·9	307·2	12·0	158·9	319·2
$BaCl_2$	208	54·0	2·345	5·81	109·9	158·0	13·7	109·9	171·7
$ZnCl_2$	136	49·4	2·276	6·15	80·9	107·3	14·2	80·9	121·5
$NaClO_3$	106·5	46·5	2·214	6·56	71·2	86·6	14·6	71·2	101·2
$MgSO_4$	120	45·3	2·213	6·50	79·6	97·7	14·7	79·6	112·4
Na_2CO_3	106	42·6	2·167	6·77	76·4	88·3	15·0	76 4	103·3
$ZnSO_4+7H_2O$	287	142·4	3·240	3 04	41·5	145·2	14·5	41·5	159·7
$CaSO_4+2H_2O$	172	74·1	2·606	4·72	59·7	115·2	12·1	59·7	127·3
$FeSO_4+7H_2O$	278	147·7	3·278	2·97	38·4	139·0	9·0	38·4	148·0
$Na_2SO_4+10H_2O$	322	220·2	3·746	2 27	26·0	134·4	7·4	26 0	141·8
B_2O_3	70	39·1	2·106	7·16	56·6	60·4	15·5	56·6	75·9
CrO_3	100	36·4	2·056	7·52	89·0	88·4	15·9	89·0	104 3
$C_4H_6O_4$	118	76·1	2·629	4·63	39·5	78·2	11 9	39·5	90 1
$C_4H_6O_6$	150	86·3	2·742	4·25	42·3	94·2	11·8	42·3	106 0
Unlösliche Körper									
Al_2O_3	103	26·2	1·842	9·39	142·5	105·0	18·0	142·5	123·0
Fe_2O_3	160	30·8	1·945	8·44	179·4	150·0	17·0	179·4	167·0
CuO	79	12·4	1·435	15·5	295·3	130·6	29·6	295·3	160·2
MnO	71	13·9	1·491	14·3	225·9	104·4	26·6	225·9	131·0
SiO_2	60	22·6	1·751	10·3	100·7	63·1	19·2	100·7	82·3
C	12	3·4	0·95	35·5	235·7	64·2	97·0	235·7	161·2
AgCl	143	257·0	1·830	9·50	201·4	144·0	18·1	201·4	162·1
$CaFl_2$	78	24·5	1·802	9·80	117·6	79·7	18·4	117·6	98·1
HgCl	235·5	33·1	1·992	8·06	240·1	214·8	16·4	240·1	231·2
PbS	239·0	33·4	1·998	8·00	238·4	218·4	16·4	238·4	234·8
HgS	232	30·2	1·932	8·54	264·7	219·6	17·0	264·7	236·6
CdS	144	32·0	1·970	8·28	154·0	133·2	16·9	154·0	150·1
FeS_2	120	24·7	1·804	9·70	179·1	122·4	17·9	179·1	140·3
CoS	91	16·7	1·586	12·6	227·1	111·4	22·1	227·1	133·5
CuS	95	23·9	1·787	9·9	147·3	98·8	16·2	147·3	115·0
SnS	150	29·8	1·924	8·61	173·9	142·8	17·2	173·9	160·0

Salz	G	V	R	X	Anziehung			Summa	
					Salz zu Salz	Salz zu Wasser	Wasser zu Salz	zusammenhaltend	lösend
Hier anschliefsend seien die bei der Berechnung als fehlerhaft gefundenen Resultate angeführt:									
KOH	56	27·5	1·873	9·12	72·9	54·8	17·6	72·9	72·4
Na Cl	58·5	27·2	1·866	9·18	77·3	57·6	17·8	77·3	75·4
Li NO_3	69	28·9	1·904	9·80	93·3	66·5	16·0	93·3	82·5
Ba CO_3	197	45·6	2 218	6·48	129·7	159·6	14·7	129·7	174·3
Ba SO_4	233	52·9	2·328	5 88	127·0	180·0	13·9	127·0	193·9
Pb CO_3	267	40·9	2 137	6·98	203·8	225·6	15·2	203·8	240·8
Ca CO_3	100	33·9	2·008	7·88	97·9	90·8	16·5	97·9	107·3

Die sich für KOH, Na und Li NO_3 ergebenden Fehler lassen erkennen, dafs ein sehr kleines Molekulargewicht die Berechnung, wenn auch in geringem Mafse, zu beeinflussen vermag. Anders verhält es sich dagegen mit Sulfaten und Carbonaten, die in Wirklichkeit unlöslich, der Berechnung nach hart an der Grenze der Löslichkeit stehen. Hier weisen die Resultate entschieden darauf hin, dafs aufser den berücksichtigten Einflüssen auch noch weitere, auf den Lösungsvorgang einwirkende Faktoren vorhanden sein müssen. So kann z. B. angenommen werden, dafs durch den Binnendruck die Oberflächenschicht ein geringeres Volumen besitzt, als das berechnete Molekularvolumen angiebt und es darf aufserdem nicht unberücksichtigt bleiben, dafs selbst solche Körper, die man als unlöslich zu bezeichnen pflegt, immer noch eine geringe Löslichkeit aufzuweisen vermögen.

Sind daher auch sicherlich derartige, nicht in Rechnung gezogene Wirkungen vorhanden, so zeigen doch die überwiegend richtigen Resultate, dafs das Wesen der Löslichkeit höchst wahrscheinlich zutreffend erkannt worden ist, und dafs man den oben aufgestellten Satz wohl zu weiteren Schlüssen, als grundlegend, verwenden kann*).

Mit der Lösung selbst sind die Anziehungswirkungen zwischen Wasser und Salzteilchen keineswegs beendet, vielmehr ist weiterhin die Anziehung der Salzteilchen unter sich und diejenige der einzelnen Salzteilchen gegenüber den umliegenden Wasserteilchen in Betracht zu ziehen. Doch kommt die erstgenannte Kraft, sobald man mit verdünnten Salzlösungen rechnet, in Wegfall und es bleibt nur mehr die zwischen Wasser und Salz bestehende Anziehung übrig.

Eine weitere Verfolgung dieser Vorgänge würde selbstverständlich keinen Zweck haben, wenn die Molekel ein kontinuierliches Ganze wäre,

*) Einschaltend sei hier noch betont, dafs die bisherige Berechnungsweise sich in keiner Weise auf die Löslichkeitsmenge erstreckt, und dafs die hiefür in Betracht kommenden — viel verwickelteren — Verhältnisse in einer Arbeit für sich abgehandelt werden sollen.

da jedoch eine weitere Teilung möglich ist, gilt es zu überlegen, ob nicht in genannter Anziehung die Ursache der elektrolytischen Dissociation zu suchen ist, nachdem der Versuch eletrolytische Vorgänge für die Spaltung der Teilchen verantwortlich zu machen nur daher zu kommen scheint, dafs gerade die Elektricität die wichtigsten Stützpunkte für die Dissociationstheorie geliefert hat.

Als einfachstes Beispiel zur Verfolgung dieser Spaltungsvorgänge, läfst sich auch hier wieder ein Alkalihalogensalz verwenden.

Angenommen eine Molekel Chlorkalium sei in viel Wasser gelöst und übe sonach, innerhalb ihres Wirkungskreises, nur eine Anziehung auf die Wasserteilchen und umgekehrt diese eine solche auf das Salzteilchen aus. Da jedoch die Chlorkaliummolekel zweiteilig und an der Verbindungsstelle der Jonen, wie alle Salze, am leichtesten zu trennen ist, so wird die Anziehung gegen Wasser und umgekehrt, für die Spaltung der Jonen ausschliefslich in Betracht zu ziehen sein. Alle überhaupt möglichen Anziehungen müssen sich aber in 6 aufeinander senkrecht stehende Mittelkräfte anordnen lassen, und sobald zwei dieser Richtungen in die Verbindungslinie der beiden Jonen fallen, ist damit die Richtung der 4 anderen Mittelkräfte gegeben. Für die Dissociation sind aber nur die in der Verbindungslinie der Jonen wirkenden Anziehungen wichtig, die übrigen vier heben sich, je zwei gegen zwei, auf. Diese Kräfte sollen nun das Chlorkalium zerreifsen, sollen es jonisieren, dissocieren.

In jener einen Hauptrichtung machen sich aber, wie unten schematisch dargestellt, drei weitere Wirkungen geltend, nämlich:

$\overbrace{H_2O \quad H_2O \quad H_2O}$ K Cl $\overbrace{H_2O \quad H_2O \quad H_2O}$

O O O □ □ O O O

1) Eine zwischen den beiden Jonen Kalium und Chlor bestehende und sich der Trennung wiedersetzende Anziehung.
2) Die Anziehungsmomente, die das Kaliumjon von den linksseitigen Wasserteilchen, sowie das Chlorjon von den rechtsstehenden Wassermolekeln erfährt. Ihre Wirkung ist eine trennende.
3) Kräfte, welche eine gegenseitige Anziehung der linksstehenden Wasserteilchen und des Clorjon's, wie auch der rechts befindlichen Wasserteilchen und des Kaliumjon's bewirken und damit einen Zusammenhalt der Molekel hervorzurufen vermögen.

Die algebraische Summe dieser Einwirkungen ist alsdann bestimmend dafür, ob eine Trennung der Jonen eintritt oder nicht.

Nun handelt es sich weiter darum, ob überhaupt die Möglichkeit vorhanden ist, dafs ein Überwiegen der zerreifsenden Kräfte eintreten kann.

Für die Beantwortung dieser Frage sind zunächst nur die unter 2) und 3) angeführten Kräfte entscheidend und da es sich in beiden Fällen um dieselben Jonen und Wasserteilchen handelt, ist lediglich der gegenseitige Abstand als ausschlaggebend in Betracht zu ziehen. Dieser aber wird für die zusammenhaltenden Faktoren unter 3) immer um den Durch-

messer des Kalium- resp. Chlorjons gröfser sein, als für die trennenden Kräfte unter 2). Da nun das Anziehungsvermögen mit der wachsenden Entfernung abnimmt, müssen die zusammenhaltenden Kräfte 3), gegenüber den trennenden unter 2), unterliegen, und dieser Kraftüberschufs wird mit der gegenseitigen Anziehung der Jonen in Wechselwirkung treten.

Kann jetzt auch diese Anziehung durch die trennenden Kräfte überwunden werden, so tritt Dissociation ein.

Da nun der Jonendurchmesser, wie erwähnt, die Gröfse der einzelnen Kräfte bedingt, so mufs sich das Dissociationvermögen schon im Molekularvolumen ausdrücken und mittelst dieses erkennen lassen, wenn man folgende Überlegung anstellt:

Je gröfser der Jonendurchmesser ist, desto geringer wird der Unterschied der Anziehungen 2) und 3) und damit die Wahrscheinlichkeit der Dissociation, da die Anziehungsänderung, gleichen Entfernungszuwachs vorausgesetzt, bei geringer Entfernung rascher abnimmt, als bei grofser Entfernung. Aufser dem Jonendurchmesser macht sich aber auch noch das Molekulargewicht geltend, denn je weniger die Molekel wiegt, desto geringer ist der Zusammenhalt der Jonen unter sich, desto gröfser also die Dissociation und hieraus ergibt sich als Endschlufs:

Die Dissociation steht im umgekehrten Verhältnis zur Gröfse des Radius R und des Molekulargewichts G eines Teilchens.

$$\text{Dissociationsgröfse} = \frac{1}{R \cdot G} \cdot \text{Const.}$$

Da aber die Leitfähigkeit einer Lösung ein Mafs für deren Dissociationsgrad bietet, so müssen Leitungsfähigkeit und der Quotient $\frac{1}{R \cdot G}$ einander annähernd proportional sein, wenn auch vollkommene Übereinstimmung nicht zu erwarten ist.

In nachstehender Tabelle findet sich der Quotient $\frac{1}{G \cdot R}$ für eine Reihe von Körpern berechnet und mit den Leistungsfähigkeitswerten für ganz verdünnte Lösungen im Vergleich gestellt.

Salz	G	V	R	$\frac{10000}{R.G}$	Leitfähigkeit
Na OH	40	18·8	1·648	152	445
K OH	56	27·4	1·868	95·6	350
NH_4 Cl	53·5	35·2	2·032	91·9	177
Li_2 CO_3	74·0	35·1	2·030	66·6	175
K Cl	74·5	37·7	2·080	64·6	131
K NO_3	101·0	48·3	2·258	44·0	92
K Br	119·0	44·2	2·194	38·3	87
K ClO_3	122·5	52·6	2·322	35·2	69
K J	166·0	54·1	2·346	25·6	63
Na J	150·0	42·3	2·161	30·9	57
Zn SO_4	161·0	43·3	2·180	28·5	42
Cu SO_4	159·0	44·9	2·205	28·4	41

Die Übereinstimmung der Befunde mit den aus dem Müller Pouillet'schen Lehrbuch der Physik*) entnommenen Zahlen für Leitfähigkeit ist eine leidliche und läfst mindestens den Schluss zu, dafs bei der Berechnung die richtigen, mafsgebenden Faktoren Verwendung gefunden haben.

Ehe nun zu weiteren Schlüssen geschritten werden kann, mufs noch eine Berechnung der zusammenhaltenden und trennenden Kräfte erfolgen und zwar ist hiezu wieder Chlorkalium als Beispiel gewählt worden.

Bei der Berechnung finden nur die in der Verbindungslinie der Jonen wirkenden Anziehungen Berücksichtigung, was natürlich eine Verschiebung der Werte zu Gunsten der zusammenhaltenden Kräfte zur Folge hat. Auch von den rechts- und linksseitigen Wasserteilchen sind immer nur 2 auf jeder Seite in Rechnung gezogen worden. Die Jonenvolumina wurden aus dem Molekularvolumen, und zwar dem Atomvolumen von K = 45·5 und Cl = 25·6 entsprechend, durch Verteilung in diesem Verhältnis berechnet.

Darnach ergaben sich die Werte:

	G	V	R
Für H_2O	18	18	1·626
» KCl	74·5	37·7	2·080
» K	39	24·1	1·791
» Cl	35·5	13·6	1·479

Die Bezeichnung ist folgende:

Links				Rechts	
$(H_2O)_{2L}$	$(H_2O)_{1L}$	K	Cl	$(H_2O)_{1R}$	$(H_2O)_{2R}$

Die Anziehungen sind im Sinne von Ste . . . . angeordnet

Ad. 1. Zusammenhaltende Kräfte:

Anziehung	K	auf	Cl	= 3·64
»	Cl	»	K	= 3·33
				Sa. 6·97

Ad. 3. Zusammenhaltende Kräfte.

Anziehung	K	auf	$(H_2O)_{1R}$	= 0·96
»	K	»	$(H_2O)_{2R}$	= 0·42
»	Cl	»	$(H_2O)_{1L}$	= 0·79
»	Cl	»	$(H_2O)_{2L}$	= 0.36
»	$(H_2O)_{1R}$	»	K	= 0.44
»	$(H_2O)_{2R}$	»	K	= 0.19
»	$(H_2O)_{1L}$	»	Cl	= 0.40
»	$(H_2O)_{2L}$	»	Cl	= 0.18
				Sa. 3.74

*) Müller Pouillet. Lehrbuch der Physik 9. Aufl. III. 476.

Ad. 2. Trennende Kräfte.

Anziehung	K	auf	$(H_2O)_1L$	= 3.33
»	K	»	$(H_2O)_2L$	= 0.88
»	Cl	»	$(H_2O)_1R$	= 3.69
»	Cl	»	$(H_2O)_2R$	= 0.88
»	$(H_2O)_1L$	»	K	= 1.54
»	$(H_2O)_2L$	»	K	= 0.40
»	$(H_2O)_1R$	»	Cl	= 1.88
»	$(H_2O)_2R$	»	Cl	= 0.45
				Sa. 13.05

Die algebraische Summe dieser Werte beträgt nun

$$6.97 + 3.76 - 13.05 = -2.32$$

Sonach ergeben die trennenden Kräfte ein Übergewicht und dieses Resultat deckt sich mit der Ansicht, dafs Chlorkalium in Lösung unter dem Einflufs von Teilchengravitation dissociert.

Die vorstehende Rechnung soll nun durchaus keine exakte Methode zur Bestimmung der Dissociationsfähigkeit und Dissociationsgröfse sein, sondern sie soll nur illustrieren, dafs auch derartige Vorgänge sich auf Teilchengravitation zurückführen lassen.

Weitere Folgerungen über das Wesen der Dissociation und über den bleibenden Einflufs der Jonen aufeinander werden bei Kapital IX (Elektrolyse) Erwähnung finden, hier sei nur noch das Verhalten von freien Jouen gegen Lösungswasser genauer betrachtet.

Nach der Dissociationstheorie sind in der wässerigen Lösung freie Kalium- oder überhaupt Alkalijonen anzunehmen, ohne dafs dieselben das Lösungswasser zersetzen. Da aber eine derartige Annahme allen bisherigen Anschauungen über Chemie widerspricht, sah man sich genötigt, die Dissociation als elektrolytischen Vorgang aufzufassen, wenn auch die, den Jonen zugesprochenen »kolossalen elektrischen Ladungen« kaum mehr die Elektrochemiker zu befriedigen scheinen.

Nimmt man hingegen, wie es später ausführlicher geschehen wird, auch für Chemie eine Atom- resp. Teilchengravitation an, so ergibt sich aus den mechanistischen Anschauungen die Erklärung jener Thatsache sofort.

Die Salzmolekeln, ebenso wie die Jonen, sind in Lösung, wenn man von der Erdanziehung absieht, im indifferenten Gleichgewicht, aufserdem aber sind die Jonen sehr leicht beweglich und ändern daher bei der geringsten, einseitigen Belastung sofort ihren Platz.

Unzweifelhaft ist nun die chemische Zersetzung des Wassers als Folge einer auf die Wassermolekel ausgeübten Zugwirkung zu betrachten. Soll daher dieser Zug, den man sich nur als eine, von dem Kalium auf das Hydroxyl ausgeübte Kraft denken kann, trennende Wirkung hervorrufen, so mufs mindestens eines von den Teilchen einen festen Stand haben.

Nachdem aber gerade dieser Stützpunkt den beiden Teilchen mangelt, kann eine Zersetzung des Wassers nicht vor sich gehen. Anders gestaltet sich der Vorgang, sobald festes, elementares Kalium oder Alkali in Frage kommt, da in diesem Falle jedes Kaliumteilchen, durch die Anziehungswirkung im Festkörper, eine feste Lage hat und von dieser aus eine Wasserzersetzung hervorruft.

Auf Grund dieser Auffassung läfst sich auch der Umstand erklären, dafs zwischen stabilen Verbindungen in Lösungen nur additive Reaktionen möglich sind, worüber weiteres unter Kapitel VIII (Chemie) zu finden ist.

Die Dissociation erfolgt nun nicht in allen Lösungsmitteln gleich stark, ja in den meisten organischen Lösungsmitteln tritt sie sogar überhaupt nicht ein. Der Grund ist in dem verhältnismäfsig zu grofsen Molekularvolumen der organischen Stoffe zu suchen.

Die Anziehungswerte, welche trennend wirken, bleiben dadurch kleiner, als die zwischen den Jonen selbst vorhandenen, zusammenhaltenden Kräfte. So hat Äther ein Molekularvolumen von 111 Einheiten, ist also in der Molekel 6mal so grofs als Wasser; seine Anziehungswirkung kann demnach ungefähr nur $^1/_{62}$ von der des Wassers sein. Wird nun auch das Gewichtsverhältnis von Äther und Wasser in Rechnung gebracht, so ergiebt sich der Quotient $\frac{3 \cdot 5}{35}$, der demnach kleiner ist als jener von Wasser, welcher 1 beträgt. Auf diesem Anziehungsmoment aber beruht die Dissociation.

Von allen organischen Lösungsmitteln ruft Methylalkohol noch die stärkste Dissociation hervor*), doch ist auch dessen Anziehungsmoment kleiner als 1, nämlich $\frac{1 \cdot 8}{6 \cdot 25}$, immerhin jedoch günstiger als das von Äther. Die weitere Ausgestaltung der Ansichten über Dissociation finden sich im letzten Kapitel »Elektrolyse«.

V. Kapitel.

Osmose und Diffusion.

Eng anschliefsend an das vorige Kapitel ist das vorliegende, in welchem die gegenseitigen Wirkungen der Lösungen aufeinander Besprechung finden sollen. Die experimentelle Forschung bedient sich zweier Hilfsmittel, um die wirkenden Kräfte zu erkennen:

1) Der halbdurchlässigen Wände bei der Osmose, und
2) der Beobachtung der getriebenen, gelösten Teilchen für den Fall der Diffusion.

War man früher ziemlich allgemein geneigt, die nach einer der obigen Methoden erkennbar gemachten Kräfte auf Teilchenanziehung allein zurück-

*) Chem. Ctr. Bt. 1896. I. 1154.

zuführen, so wurden mit einem Male alle derartigen Erklärungen durch die Resultate Van't Hoff's über die Gasähnlichkeit der Lösungen unwahrscheinlich.

Gerade diese Forschungen zwangen zum Verlassen der statischen Erklärungsmethoden und zur Vertauschung derselben mit dynamischen Anschauungen.

Als eines der wichtigsten Resultate Van't Hoff's über osmotischen Druck ergab sich folgender Satz*):

»Die Moleküle einer gelösten Substanz üben bei osmotischen Vorgängen gegen eine semipermeable Membran denselben Druck aus, mit welchem sie in Gasform drücken würden.«

Als weiteres wichtiges Resultat fand dann derselbe Forscher, dafs der osmotische Druck bei Temperatursteigerung des ganzen osmierenden Systems um $^1/_{273}$ pro 1^0 Temperaturzunahme wächst, sich demnach wie ein Gas verhält.

Diese Sätze sind nun ziemlich einfach zu erklären, wenn man die in Kapitel III entwickelten Ansichten über Temperatur in Betracht zieht.

Der Begriff Temperatur verlangt, dafs gleich temperierte Körper, pro Flächeneinheit, gleiche Energiesumme ihrer Teilchen besitzen. Dieser Satz gilt aber auch für Lösungen, nur kommen dabei stets zwei verschiedene Körper in Frage:

1) Das Lösungsmittel.
2) Der gelöste Körper.

Es ist nun, ohne weiteren Beweis, klar, dafs alle Teilchen einer Lösung gleiche Temperatur besitzen oder mit anderen Worten: Die Energiesumme der Lösungsmittelteilchen, die zusammen eine Flächeneinheit bedecken, ist ebenso grofs, als diejenige der entsprechenden Anzahl Teilchen des gelösten Körpers. Ebenso wie für die Teilchen einer Flüssigkeit, gilt aber auch für ein Gas der Satz, dafs der Energieinhalt der gleichzeitig auf die Flächeneinheit treffenden Gasteilchen, bei gleicher Temperatur, gleich grofs sein mufs mit dem einer Flüssigkeit, und speziell bei einer Lösung, mit dem der entsprechenden Teilchen der verschiedenen Bestandteile.

Ein Gas kann nun ausgedehnt und zusammengedrückt werden, ohne dafs sich, wenn man dabei nur die Temperatur konstant erhält, der Energieinhalt der Teilchen pro Flächeneinheit ändert; wohl aber wird der Druck des Gases zu- oder abnehmen, denn dieser ist nicht nur abhängig vom Energieinhalt der Teilchen pro Flächeneinheit, sondern auch vom Raum, den das Gas einnimmt.

Nach dieser Klärung der Verhältnisse über Temperatur und Energieinhalt von Gas und Lösung lassen sich die Gründe für die gleiche Gröfse von osmotischem und Gasdruck wie folgt zusammenfassen:

*) Formulierung von Lüpke. Ch. Ctr.-Bt. 1895. I. 993.

1) Die Energiesumme der gelösten Teilchen pro Flächeneinheit ist ebenso grofs, als die der entsprechenden Gasteilchen bei derselben Temperatur.
2) Der Raum von Lösung und Gas ist der Voraussetzung nach der gleiche, wie auch die Anzahl der gelösten Teilchen und der Gasteilchen dieselbe ist.
3) Die im Gas und den gelösten Teilchen enthaltene Energie ruft durch ihre Gleichheit bei Einnahme gleichen Raumes auch gleichen Druck hervor.
4) Bei der zwischen einer Lösung und dem reinen Lösungsmittel stattfindenden Osmose wird der gesamte Druck des Lösungsmittels auf beiden Seiten der Membran weggenommen, da ja das Lösungsmittel dieselbe ungehindert passieren kann. Dabei wird vorausgesetzt, dafs die Membran für die gelösten Teilchen absolut undurchlässig ist und daher deren ganzen Druck erkennen läfst, ferner, dafs der vom Lösungsmittel ausgefüllte Raum für die Entwickelung des Druckes der in Lösung gegangenen Teilchen als leer anzusehen ist; denn die gelösten Teilchen besitzen, ihrer Temperatur entsprechend, bestimmte Energie. Je kleiner daher der Raum ist, den sie einnehmen, desto gröfser ist der Druck auf ihre Umgebung, nämlich die Wasserteilchen, und diese wieder pflanzen den Druck so fort, dafs er auf das ganze Volumen der Lösung einwirkt, sich daher der Volumvergröfserung entsprechend verkleinert.

Da nun Druckvergröfserung und Druckverkleinerung beide derselben Gröfse, dem Volumen, proportinonal sind, mufs auch der Druck, den die gelösten Teilchen ausüben, gleich ihrem entsprechenden Druck in Gasform sein, und hieraus ergiebt sich auch ganz ungezwungen, warum der osmotische Druck gasähnlich mit der Temperatur ansteigt. Wenn nämlich das osmierende System eine Temperaturerhöhung von 1 ° C. erfährt, so steigert sich die Energie der gelösten Teilchen wie bei einem Gas; der Druck von aufsen ändert sich — ebenso wie das Volumen — im Verhältnis zu seiner Gröfse nur geringfügig, so dafs die Temperaturerhöhung eines osmierenden Systems mit der Erwärmung eines Gases bei gleichbleibendem Volumen übereinstimmen mufs. Die Volumvergröfserung hat auf die gelösten Teilchen nur einen geringen Einflufs, da sich solche nur ganz vereinzelt vorfinden und daher im gleichen Volumen, nach wie vor, nahezu gleich viel Teilchen in Lösung sein werden.

Bisher waren es lediglich kinetische Vorgänge, die in Betracht gezogen wurden, bei dem natürlichen Vorgang tritt aber eine weitere Kraft, nämlich die Anziehung der Teilchen, in Wirksamkeit, und gerade diese wurde in letzter Zeit gänzlich über Bord geworfen.

Taucht man ein Gefäfs mit halbdurchlässigem Boden und gefüllt mit wässeriger Zuckerlösung in reines Wasser, so wird zunächst die Membran gegen das reine Wasser zu aufgebaucht, die gelösten Zuckerteilchen aber,

für welche die Membran wie eine feste Wand wirkt, üben ihren Druck, in der Richtung von der Lösung zum reinen Lösungsmittel hin, als osmotischen Druck aus. Dieser Kraftwirkung direkt entgegen findet nun ein Eindringen von Wasser zur Zuckerlösung, statt, eine Bewegung, welche unmöglich ebenfalls von dem Druck der Zuckerteilchen herrühren kann, zumal die Membran für Wasser vollkommen durchlässig ist. Es wird deshalb die Annahme einer weiteren Kraft, die aber vom reinen Lösungsmittel zur Lösung wirkt, zwingend notwendig.

Solch eine Kraft ist jedoch leicht denkbar, wenn die Wasserteilchen in der Membran, von Seite der Zuckerlösung her, stärkere Anziehung erfahren, als vom Wasser und thatsächlich ist diese Annahme zutreffend, da die Zuckerlösung, wie überhaupt jede Lösung, herbeigeführt durch die Zusammenziehung beim Lösungsvorgang, gröfseren Binnendruck hat, als das reine Lösungsmittel. Das sagt aber mit anderen Worten: Die Lösungsteilchen üben pro Flächeneinheit einen stärkeren Zug aus, als die Teilchen des Lösungsmittels, und damit ist die Bedingung zu einer einseitigen Verschiebung, und zwar nach der Lösung hin, gegeben. Liegt daher die Normalfläche gerade in der Membran selbst, so wird durch diesen einseitigen Zug des Lösungsmittels zur Lösung eine Saugwirkung erzeugt. Läfst man dieses Einsaugen nur in beschränktem Mafs eintreten, wie es z. B. Pfeffer gethan hat, indem er die Zelle durch ein Manometer verschlofs, so wird nach und nach ein gewisser Druck entstehen, der ein weiteres Aufsaugen verhindert und so grofs ist, wie der einseitige, durch Binnendrucküberschufs hervorgerufene Zug auf Seite der Lösung. Er ist von Pfeffer als osmotischer Druck bezeichnet worden und stimmt in der That der Gröfse nach, mit diesem auch wirklich überein, da dem Druck der Teilchen von innen nach aufsen, stets ein gleich grofser Binnendruck entspricht.

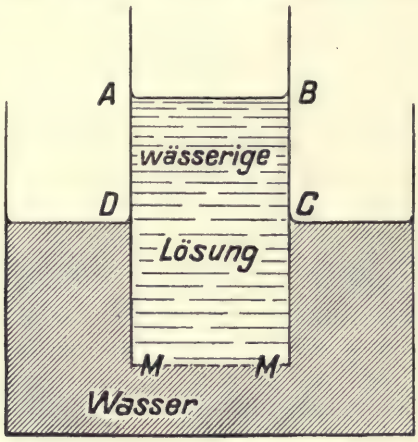
Ehe ein weitere Begründung dieses Satzes erfolgt, soll zunächst die Frage erwogen werden: Kann sich der osmotische Druck, der doch sonst durch den Binnendruck ausgeglichen wird, überhaupt derartig äufsern?

Für die Beantwortung kommt die Aufhebung des gröfsten Teils des Binnendruckes durch das reine Lösungsmittel, und die Unfähigkeit der gelösten Substanz, sich durch die Membran hindurchzudrängen, in Betracht. Wenn sich auf beiden Seiten der Membran eine gleich starke Zuckerlösung befände, so wäre ein osmotischer Druck unmöglich, aber es wäre auch kein Grund für den Übertritt des Lösungsmittels von einem Raum in den anderen vorhanden, weil eben in beiden Fällen einseitiger Druck und Anziehungsüberschufs mangelten. Dafs aber osmotischer Druck und Binnendruckdifferenz gleichzeitig verschwinden, wenn zu beiden Seiten der Membran die gleiche Lösung vorhanden ist, spricht ebenfalls wieder für gleiche Gröfse beider Kräfte.

Dabei ist jedoch immer noch nicht abzusehen, warum sich der Druck der Zuckerteilchen in genau gleicher Gröfse, wie der Gasdruck äufsern kann.

Es mangelt ja doch der Stützpunkt, von dem aus eine derartige Wirkung möglich wird, da ohne Widerstand ein Druck mechanisch nicht denkbar ist, ebenso wenig, als eine stets zurückweichende Wand, einer gleich rasch nachwirkenden Kraft ein Hinternis sein oder die Möglichkeit zur Arbeitsleistung bieten kann.

Folgendes Schema soll nun das Spiel zweier einander entgegenwirkender, gleieh grofser Kräfte bei der Osmose illustrieren:



Zwei Gefäfse seien durch die Membran M getrennt. Im engen Gefäfs befinde sich Zuckerlösung, im weiteren reines Wasser, sodafs alle Bedingungen für Osmose gegeben sind.

Die Zuckerlösung soll nun einen, viele Atmosphären betragenden Druck ausüben, was aber ohne weiteres — hydrostatisch betrachtet — eine Unmöglichkeit ist; denn der gröfstmögliche Druck kann ja nur von der Flüssigkeitsmenge A B C D und deren Gewicht ausgeübt werden, es sei denn, dafs man eine Saugwirkung annimmt, die jedoch höchstens einen Druck bis zu einer Atmosphäre hervorrufen kann. Der Wirklichkeit entsprechen jedoch weit gröfsere Kraftäufserungen, daher mufs irgend ein anderer Stützpunkt zur Ausübung stärkeren Druckes vorhanden sein, und ein solcher ist nur in Molekularkräften zu suchen. Unter diesen und ihren Wirkungen kann aber wieder nur die Binnendruckdifferenz in Frage kommen, da sie allein im Stande ist, einen genügend grofsen Widerstand zu leisten. Der Vorgang verläuft daher folgendermafsen:

Die für Zuckerteilchen undurchdringliche Membran bietet den Stützpunkt, von welchem aus die Binnendrucksdifferenz das Wasser ansaugen kann und zwar so lange, als der dem eindringenden Wasser entgegenwirkende Druck kleiner als die Binnendrucksdifferenz selbst wird. Zum Einsaugen aber benötigt man die Membran und die Zuckerteilchen als feste, die Binnendrucksdifferenz aushaltende Unterlage. Damit nun die, unter dem gröfseren Binnendruck stehende Lösung nicht zusammengedrückt wird, mufs deren Energieinhalt und der Druck der Teilchen von innen nach

aufsen, mit der Binnendrucksdifferenz, vermehrt um den Binnendruck des reinen Lösungsmittels übereinstimmen. Weil jedoch bei Osmose der letztere wegfällt, mufs auch wieder die Binnendrucksdifferenz und der Druck der gelösten Teilchen einander gleich sein.

Bewiesen wird diese Gleichheit beider Gröfsen weiterhin durch den Umstand, dafs bei der Osmose eine Temperaturverschiebung nicht stattfindet, wie gezeigt werden soll.

Angenommen eine Zuckerlösung und Wasser bilden, bei gleicher Temperatur, ein osmierendes System, so wird sich einerseits ein osmotischer Druck entwickeln, der die Membran nach dem reinen Lösungsmittel hindrängt, anderseits aber Wasser in die Lösung überströmen, und diese, einer Druckkraft entgegenwirkende, Bewegung des Wassers erfordert eine bestimmte Arbeit. Trotz dieser, notwendigerweise aus der Energie der Teilchen stammenden, Arbeit findet eine Temperaturveränderung nicht statt. Der Energieverbrauch mufs also anderweitig ausgeglichen werden, und dieser Vorgang mit dem Einströmen des Wassers innig verknüpft sein, da anderenfalls der genaue Ausgleich des Energieverlustes undenkbar wäre. Durch das Einströmen von Wasser zur Lösung aber wird diese verdünnt, ihr Binnendruck erfährt infolgedessen eine Verminderung und die Teilchen rücken auseinander. Diese Arbeitsleistung hätte naturgemäfs eine Abkühlung zur Folge, wenn nicht anderseits das eingedrungene Wasser unter höheren Druck gesetzt und dadurch im Volumen verringert würde. Die Volumverkleinerung des Wassers entspricht aber einem Wärmegewinn. Wenn nun trotzdem hei der Osmose eine Temperaturveränderung nicht eintritt, so müssen beide Arbeitsmengen, um sich vollkommen auszugleichen, der Gröfse nach übereinstimmen. Dies wiederum ist aber nur denkbar, wenn die Verminderung des osmotischen Druckes durch die Verdünnung gleich ist mit der Verminderung des Binnendruckes durch die Ausdehnung der Lösungsteilchen.

Die Gleichheit der beiden Kräfte mufs aus der Gleichheit der in Frage kommenden Arbeitsmengen gefolgert werden, da ja der Weg, über welchen Arbeit geleistet wird, für beide Kräfte der gleiche ist.

Diese Übereinstimmung von Binnendruck und osmotischem Druck entspricht aber nur den Folgerungen aus Kapitel III und steht mit einer grofsen Anzahl anderer Momente im Einklang, welche alle dasselbe fordern, nämlich Gleichheit des Druckes der gelösten Substanz mit der Binnendrucksdifferenz zwischen Lösung und reinem Lösungsmittel, sodafs weitere Beweise für diese natürliche und einfache Sache kaum mehr nötig erscheinen.

In Obigem findet dann auch der Umstand seine Erklärung, dafs sowohl Binnendruck, wie osmotischer Druck, der Anzahl der pro Volumeinheit gelösten Teilchen proportional sind. Durch Lösung wird einerseits der Binnendruck des Lösungsmittels vergröfsert, während anderseits die Lösung im gleichen Mafse einen Energiezuwachs pro Volumeinheit erfährt,

was mit einer Vergrößerung des osmotischen Druckes gleichbedeutend ist. Da jedoch letzterer nur für höchst verdünnte Lösungen in Frage kommen kann, wird die Verdrängung von Lösungsmittelteilchen durch Salzteilchen, beim Lösungsvorgang, einen irgendwie nennenswerten Einfluß nicht ausüben können.

Betrachtet man den osmotischen Druck unter den oben entwickelten Gesichtspunkten, so ergiebt sich auch die Erklärung des Parallellismus von osmotischem Druck mit Siedepunktserhöhung und Gefrierpunktserniedrigung von Lösungen höchst einfach.

1. Siedepunkterhöhung.

Aus einer wässerigen Salzlösung verdampft beim Sieden nur Wasser, während die zurückbleibende Lösung an Konzentration zunimmt. Der aus einer Lösung entwickelte Dampf hat bei Normaldruck stets die gleiche Temperatur von 100 ° C. und stimmt sohin mit dem aus reinem Wasser entstehenden Dampf überein. Der höhere Siedepunkt der Lösung hat demnach auf die Temperatur ihres Dampfes keinerlei Einfluß. Da außerdem der Atmosphärendruck für eine Lösung ebenso groß ist, wie für reines Wasser, so kann die Dampfentwickelung, da wie dort, unter ganz gleichen Verhältnissen vor sich gehen. Die Temperatur, d. h. die Energie pro Volumeneinheit des Dampfes weist aber ebenfalls für beide Fälle gleiche Höhe auf, womit gesagt ist, daß auch die Anzahl der Teilchen pro Volumeneinheit in beiden Dämpfen übereinstimmen muß. Hieraus läßt sich unmittelbar eine Gleichheit der Energie der Einzelteilchen beider Dämpfe folgern und damit diese erzielt werden kann, müssen die Teilchen aus reinem Wasser mit der gleichen Energie entweichen, wie aus irgend einer Lösung, ein Fall, der nur denkbar ist, wenn Lösung und reines Lösungsmittel beim Siedepunkt gleichen Binnendruck besitzen. Da aber bei gleicher Temperatur die Lösung einen höheren Binnendruck aufweist, als das Wasser, so muß zur Erzielung des Ausgleiches der Siedepunkt der Lösung entsprechend steigen. Daher kann auch die Siedepunktserhöhung als Maß für Binnendruck, wie osmotischen Druck dienen, und aus demselben Grunde müssen auch Siedepunktserhöhung und osmotischer Druck für äquimolekulare Lösungen einander gleich sein.

2. Gefrierpunktserniedrigung.

Ein dem Siedevorgang entsprechender Prozeß ist das Gefrieren von Lösungen; denn auch hier scheidet sich aus einer Lösung das reine Lösungsmittel aus und bewirkt dadurch die Konzentration derselben. Da nun die Lösung gegenüber Wasser noch einen dem höheren Binnendruck entsprechenden Energieüberschuß enthält, so muß letzterer, um die Bildung von reinem gefrorenem Wasser zu ermöglichen, durch Unterkühlung weggenommen werden. Nachdem aber gleich molekulare Lösungen gleichen Binnendruck besitzen, müssen auch hier wieder Gefrierpunktserniedrigung

und osmotischer Druck, sowie Siedepunktserhöhung und Binnendrucks-zunahme übereinstimmen.

All' diese Folgerungen aber stehen im Einklang mit dem in Kapitel III entwickelten Ansichten, wonach Binnendruck und Druck der Teilchen nach aufsen im Gleichgewichte stehen müssen.

Als Schlufs dieser Abhandlung sollen die Diffusionserscheinungen, d. h. osmotische Vorgänge ohne Mitwirkung einer Membran, abgehandelt und ebenfalls auf eine Wechselwirkung von Binnendruck und kinetischer Energie der Teilchen zurückgeführt werden.

Da die Diffusion zwischen stufenweise sich ändernden Konzentrationen stattfindet, wird zur klaren Erkenntnis ihrer Entstehung und ihres Verlaufes die Betrachtung äufserst nahe gelegener Lösungsschichten notwendig sein. Das für die Diffusion charakteristische Fehlen einer Membran zwischen derartigen Schichten hat zur Folge, dafs sich der osmotische Druck direkt in Arbeit umsetzen und die Lösungsteilchen zweier Schichten nach entgegengesetzten Richtungen vorwärts treiben kann.

Nun ist der Binnendruck der beiden Lösungen so grofs, als der Druck der entsprechenden Teilchen von innen nach aufsen, und es werden daher in zwei sich unendlich nahe liegenden Schichten, von denen die eine aus reinem Lösungsmittel bestehe, während die andere eine ziemliche Konzentration besitze, folgende Kräfte zur Wirkung kommen:

Lösung wie Lösungsmittel besitzen gleiche Energie der Teilchen pro Flächeneinheit, d. h. gleiche Temperatur, wogegen der Binnendruck und ebenso der Druck der Teilchen nach aufsen, für beide Schichten verschieden ist. Diese Differenz der Drucke übt nun ihre Wirkung auf die in der Berührungsfläche beider Schichten liegenden Teilchen aus.

Stellt man sich dann ferner die Lösung aus lauter gleichen Durchschnittsmolekeln bestehend vor, so ziehen diese die Lösungsmittelteilchen stärker an, als sie selbst angezogen werden. Durch diese Störung des Gleichgewichtes beeinflufst, wandern daher Lösungsmittelteilchen, der stärkeren Anziehung folgend, zur Lösung, und Teilchen dieser hinwieder werden, indem sie diese Anziehung ausüben, ohne einen festen Standpunkr zu besitzen, zum Lösungsmittel übertreten.

Wie bei der Osmose wird aber auch hier durch die Verdünnung der konzentrierten Schichten eine Verminderung, durch Aufstärkung der schwächeren Lösungsmittelschichten eine Erhöhung des Binnendruckes eintreten und die hiebei geleisteten Arbeiten müssen sich, da sie bei gleicher Gröfse entgegengesetzte Richtung besitzen, gegenseitig aufheben.

Das äufserst langsame Diffundieren in ruhig stehenden Lösungen findet seine Erklärung in dem geringen Konzentrationsunterschied der nebeneinanderliegenden Schichten.

Mit Hilfe dieser Auffassung der Diffusion ist nun eine ungezwungene Erklärung nachstehender Hauptsätze möglich:

1) Diffussion findet statt, so lange ein Konzentrationsunterschied in der Flüfsigkeit vorhanden ist.

Die infolge des Konzentrationsunterschiedes vorhandene Binnendrucksdifferenz ermöglicht es den Schichten verschiedener Dichte sich gegenseitig auszugleichen, so dafs zum Schlusse eine in allen Teilen gleichmäfsig konzentrierte Flüssigkeit resultiert.

2) Nach dem Fick'schen Gesetz*) ist die Salzmenge, welche durch einen gegebenen Querschnitt diffundiert, dem Unterschied der Konzentration zweier unendlich nahe an einander liegender Querschnitte oder dem Konzentrationsgefälle proportional.

Dieser Satz ergibt sich sofort aus dem Umstand, dafs der Druck der Teilchen nach aufsen und der Binnendruck dem Konzentrationsgefälle direkt proportional sind.

3) In Gallerten diffundieren die Körper ebenso rasch, als im Wasser.

Da das Lösungsmittel auf beide Seiten der Berührungsschicht mit gleicher Stärke einwirkt, werden diese Wirkungen sich gegenseitig aufheben und gar nicht in Frage kommen. Mafsgebend für die Gröfse der Binnendrucksdifferenz ist daher nur der Anziehungsüberschufs, der durch den gelösten Stoff hervorgerufen wird.

Es erübrigt nun noch die ganz interessanten Vorgänge bei der Diffusion gemischter Salze zu betrachten.

Bei Versuchen über diese Materie hat es sich gezeigt, dafs die Diffusionsgeschwindigkeit eines Salzes zunimmt, wenn es mit einem langsamer diffundierenden Salz zusammengemischt wird und umgekehrt.

Es erklärt sich diese Thatsache daraus, dafs jedes der beiden Salze zunächst dem Konzentrationsgefälle entsprechend wandern wird und zwar im ersten Moment, nach Mafsgabe seiner Wanderungsgeschwindigkeit in reiner Lösung. Hiedurch erhält aber eines der Salze einen Vorsprung und dieser vermindert den Konzentrationsunterschied für das zurückbleibende Salz, das seinerseits wieder denjenigen des vorausgeeilten Salzes vergröfsert.

Da aber der Konzentrationsunterschied einzig und allein das treibende Moment ist, so mufs demnach das von Hause aus rascher diffundierende Salz eine Beschleunigung erfahren, für das langsamere aber eine weitere Verlangsamung eintreten.

*) Ostwald Lehrbuch 2. Aufl. I. 675.

VI. Kapitel.

Elektrizität.

A. Kontaktelektrizität.

Elektrizität ist unstreitig eine Energieform, da sie Arbeit zu leisten vermag uud aus dieser wiederum entsteht. Sie bildet sonach einen gewissen Bestandteil des Energieinhaltes eines elektrisch geladenen Körpers und mufs daher auf die Energie der Lage der Teilchen desselben einwirken. Sie ist aufserdem befähigt, Fernwirkungen hervorzurufen, deren Entstehung und Verlauf sich mit dem Gravitationsgesetze decken, und alle diese Thatsachen drängen zu dem Schlusse, dafs auch auf diesem Gebiete die Teilchenanziehung keine unwichtige Rolle spielt, um so mehr, als die Lippmann'schen Versuche über Kapillarelektrizität und die Arbeit H. F. Webers über den Zusammenhang von Diffusion, Osmose und Elektrizität, keinen Zweifel aufkommen lassen, dafs einerseits Oberflächenspannungsunterschiede, anderseits osmotischer Druck die Ursachen einer jeden Potentialdifferenz sein müssen.

Zu den einfachsten, hier einschlägigen Vorgängen, gehört die Kontaktelektrizität und speziell die Ladung, welche die durch Berührung zweier isolierter Metallplatten verschiedenen Metalles entsteht, gibt ein klares Bild von dem Wesen der Elektrizität.

Bringt man eine isolierte Kupferplatte mit einer Zinkplatte in Berührung und trennt alsdann die beiden wieder, so sind beide Metalle elektrisch geworden, und zwar wird Zink das höhere Potential aufweisen und positiv elektrisch sein, das Kupfer dagegen entsprechende negative Ladung besitzen. Beide Platten sind sonach in ihrem Energiezustand, und zwar gerade im entgegengesetzten Sinn, verändert, so dafs sich durch Ausgleich der Ladungen, mittelst eines Leiters, wieder zwei unelektrische Metalle erhalten lassen, während ein momentaner Strom den verbindenden Leiter in Richtung vom Zink zum Kupfer durchfliefst.

Zink und Kupfer besitzen nämlich, jedes für sich, einen bestimmten Binnendruck, hervorgerufen durch einseitige Anziehung der Teilchen an der freien Oberfläche. Kommen daher beide Metalle mit einander in Kontakt, so wird an den unmittelbaren Berührungspunkten die Anziehung nicht mehr einseitig, und daher Binnendruck erzeugend, sein, sondern es wird zwischen Zink und Kupfer ebenfalls Anziehung erfolgen und dadurch ein Teil des Binnendruckes beider Metalle an den Berührungspunkten weggenommen werden. Da jedoch den Teilchen verschiedener Körper, infolge von Masse und Volumenverschiedenheit, eine verschieden grofse Oberflächenspannung zukommt, mufs sich bei der Berührung verschiedener Metalle ein Anziehungsüberschufs auf Seite des einen Metalles geltend machen.

Die ungleich grofse Anziehung, die auf die Berührungsfläche von beiden Seiten ausgeübt wird, hat aber zur Folge, dafs sich das Volumen

der verschiedenen Teilchen ändert und ein Gleichgewichtszustand gegenüber der Berührungsfläche eintritt, d. h. beide Metalle erfahren eine Verminderung der Oberflächenspannung und damit eine Entfernung ihrer Teilchen, die sich auf dem ganzen Körper verteilt. Die Vergrößerung des Teilchenabstandes wird dann die Anziehung der beiden Metalle unter einander verkleinern, bis zuletzt nach entsprechender Ausdehnung der Metalle ein Ruhezustand eintritt.

Als weitere Wirkung hat die Abstandsvergrößerung die Änderung der Energie der Lage und der Bewegungsenergie der Teilchen zur Folge, jedoch so, daſs beide Kräfte, nach wie vor, ihr gegenseitiges Gleichgewicht aufrecht erhalten.

Von den beiden sich berührenden Metallen erleidet nun, entsprechend dem kleineren Widerstand, dasjenige mit geringerem Binnendruck eine stärkere Ausdehnung, als jenes mit höherer Oberflächenspannung. Trennt man jetzt die beiden Platten, so kann ein Ausgleich der Energie nicht mehr erfolgen, jedes der beiden Metalle wird eine seinem derzeitigen Energieinhalt entsprechende Oberflächenspannung aufweisen und diese muſs von derjenigen des Körpers im unelektrischen Zustand verschieden sein. Das Element mit dem geringeren Binnendruck, z. B. Zink hat eine starke Ausdehnung erfahren, gewinnt dadurch an Energiezuwachs und ist daher befähigt, eine geringere Oberflächenspannung anzunehmen. Dem gegenüber hat das Kupfer, mit seinem weit höheren Binnendruck, einen kleineren Energieinhalt aufzuweisen, als im unelektrischen Zustand, und macht sich solches nach der Trennung als Energieabnahme und Vergrößerung der Oberflächenspannung geltend. Da sich beide Metalle unter dem Einfluſs gleicher Anziehung geändert haben, so ist auch die Vergrößerung resp. Verkleinerung der Oberflächenspannung zahlenmäſsig gleich groſs und kann durch einen Leiter vollkommen ausgeglichen werden.

Der elektrische Zustand stellt sich hiernach als eine Erhöhung resp. Verminderung des Energiezustandes eines Leiters, gegenüber dem unelektrischen Normalzustand dar. Solch eine Energieverschiebung muſs aber unbedingt mit einer Wärmeänderung des Körpers Hand in Hand gehen. Besitzen daher beide Platten vor der Berührung gleiche Temperatur, d. h. gleichen Energieinhalt der Teilchen pro Flächeneinheit, so wird sich dieser Zustand zwar während der Berührung selbst nicht ändern, da die Verringerung der Schwingungsweite in der gröſseren Anziehung etc. ihren Ausgleich findet. Im Augenblick der Trennung dagegen, tritt, mit dem Aufhören der stärkeren Anziehung, bei der einen Platte Erhöhung der Oberflächenspannung (wenn auch nicht bis zur normalen Gröſse) ein uud ruft eine Temperaturerhöhung hervor, während auf der anderen Platte eine Vergrößerung der Oberflächenspannung entsteht, die jene im unelektrischen Zustand an Gröſse noch übertrifft und somit eine Abkühlung zur Folge hat.

Nach der Entladung aber mufs die umgekehrte Wärmeverschiebung eintreten.

Mit Hilfe dieser Anschauung fällt es nun nicht mehr schwer, den Vorgang der Ladung zweier Metalle durch Berührung rechnerisch zu verfolgen, wie das beispielsweise für Zink und Kupfer durchgeführt werden soll.

Für die beiden sich berührenden Metalle kommen die Anziehungen

1) Zn — Zn 2) Cu — Cu

3) Zn — Cu 4) Cu — Zn in Frage.

Zur Berechnung dienen folgende Zahlen:

	G	V	R	X
Für Zn	64·9	9·5	1·31	18·4
» Cu	63·2	7·1	1·19	22·4

Anziehung			Binnendruck
Zn — Zn	172		344
Cu — Cu	250·1		500·2
Zn — Cu	232·7	459·2	
Cu — Zn	226·5		

Aus diesem Befund geht nun direkt hervor, dafs die Anziehung zwischen Zink und Kupfer gröfser ist, als der Binnendruck des Zinkes; dagegen kleiner, als derjenige des Kupfers. Es mufs sonach bei Zink eine Oberflächenspannungsverminderung, das ist positive elektrische Ladung auftreten, während Kupfer negativ elektrisch wird. Würde die Anziehung zwischen den beiden Metallen auch den Binnendruck des zweiten Metalles übertreffen, so würde dieses dennoch negative Ladung und eine Vergröfserung der Oberflächenspannung erfahren, da durch die Ausdehnung der obersten Metallschicht bei der Berührung, die Anziehung zwischen beiden Metallen rascher kleiner wird, als der eine Binnendruck.

Hierher gehört nun auch die Berechnung der Spannungsreihe, die sich leicht aus den Binnendrucken der entsprechenden Metalle ergiebt, da das Metall mit dem höheren Binnendruck stets negativ elektrisch wird.

Für die best bestimmten Elemente der Spannungsreihe berechnen sich nachstehende Werte:

	Binnendruck
Pb — Pb	462·—
Fe — Fe	488·8
Au — Au	946·8
Cu — Cu	500·2
Pt — Pt	1091·6
Ag — Ag	521·—
Zn — Zn	344·2

Hiernach stellt sich die Spannungsreihe folgendermafsen dar:

(+) Zn — Pb — Fe — Cu — Ag — Au — Pt (—),

und deckt sich somit vollständig mit den Pfaff'schen Befunden*), so dafs

*) Müller Pouillet Physik. 9. Aufl. III. 343.

durch diese Berechnung auch die vorstehenden Folgerungen über elektrische Ladung an Wahrscheinlichkeit gewinnen.

Ganz ähnlich sind die Vorgänge in einer Volta'schen Säule, überhaupt bei Berührung von Metall und Flüssigkeit, wie sich dies an dem von Volta zuerst verwendeten, aus Zink, Kupfer und Schwefelsäure bestehenden Elemente nachweisen läfst.

In der Volta'schen Säule stellt Kupfer den positiven, Zink aber den negativen Pol dar. Sollen nun für Flüssigkeiten und Festkörper dieselben Grundsätze gelten wie für die Kontaktvorgänge zweier Metalle, so besagt dies, dafs Kupfer eine stärkere Anziehung und somit gröfsere Binnendrucksverminderung erfährt als Zink und daher eine entsprechende Menge elektrischer Energie als potentielle Energie besitzt.

Diese Thatsache hat bis jetzt, fast ausschliefslich im Vergleich mit Metallkontakt, nur eine ganz gewundene Erklärung gefunden, die jedoch durchaus unnötig ist, wie die folgende Rechnung, unter Zuhilfenahme der obigen Vorstellung, zeigt.

Für den rechnerischen Nachweis empfiehlt es sich, die Schwefelsäure zwischen den Metallen als Festkörper zu betrachten, so dafs nachstehende Anziehungen in Frage kommen:

1) Zn zieht H_2SO_4 an.
2) H_2SO_4 » Zn an.
3) Cu » H_2SO_4 an.
4) H_2SO_4 » Cu an.

Die Summe der Anziehungsfaktoren je zweier zusammengehöriger Paare mufs, bei Richtigkeit der Aufstellungen über Elektrizität, für Kupfer gröfser sein, als für Zink, um die Stromrichtung zu ermöglichen.

Zur Berechnung wird für Schwefelsäure eine Durchschnittsmolekel, die als Festmolekel betrachtet werden kann, ermittelt.

	G	V	R	X
Für Zn	65	9·1	1·295	19·1
» Cu	63	7·1	1·190	22·6
» $H_2SO_4 + 20H_2O$	458	396·—	4·556	1·5

Anziehung:

Zn	— $H_2SO_4 + 20H_2O$	36·3
$H_2SO_4 + 20H_2O$	— Zn	256·—
		292·3
Cu	— $H_2SO_4 + 20H_2O$	43·2
$H_2SO_4 + 20H_2O$	— Cu	314·1
		357·3

Wie die Zahlen zeigen, überwiegt wirklich die Anziehung bei Kupfer gegenüber der bei Zink, ebenso wie diejenige von Eisen, Platin etc. die Anziehung zwischen Schwefelsäure und Zink übertreffen würde.

Jedes in der Spannungsreihe tiefer stehende Metall besitzt dem Zink gegenüber einen gröfseren Binnendruck, welcher auf gröfserer Anzahl der Teilchen pro Normalfläche, oder auf gröfserer Anziehung der Einzelteilchen beruhen kann und in beiden Fällen wird sich dieses Überwiegen des Binnendruckes auch gegenüber dem für alle Metalle gleichen dritten Körper, der Schwefelsäure, geltend machen.

Damit ist jedoch nur die Klemmanspannung zwischen Zink und Kupfer in Schwefelsäure erläutert, es fehlt daher immer noch eine Erklärung für das treibende Element des konstanten Stromes, die jedoch erst im letzten Kapitel IX gegeben werden kann.

Alles bisher Gesagte beschäftigt sich fast ausschliefslich damit, die Ursache der Entstehung elektrischer Ladungen nachzuweisen, während im Folgenden das Wesen derselben genauere Betrachtung finden soll, zumal die Frage über die rasche Fortpflanzung elektrischer Energie, sowie der Umstand, dafs die Elektrizität sich scheinbar nur auf der Oberfläche der Körper anzusammeln vermag, bislang noch keine befriedigende Erklärung gefunden haben:

Elektrische positive Ladung ist Energiezunahme des geladenen Körpers, welche in zweierlei Form vorhanden sein kann:

1. Als kinetische Energie der Teilchen des ganzen Körpers. Als solche ruft sie die Verminderung der Oberflächenspannung und die Vergröfserung der Energie der Lage der Teilchen hervor.
2. Als Vergröfserung der Energie der Lage der Teilchen. Diese Zunahme wird durch Verminderung der Oberflächenspannung ohne Änderung der kinetischen Energie der Teilchen bewirkt.

Punkt eins ist der Vorgang der Erwärmung und stellt einen stabilen Zustand dar, der nur durch Energiezuwachs oder Energieverlust geändert werden kann, während im Fall zwei ein labiler Zustand, eine Zwangslage geschaffen wird, die den Körper befähigt, selbständig Energie abzugeben. Während die Erwärmung zunächst auf ein Teilchen übertragen wird und von diesem ausgehend nach aufsen wirkt, beginnt die elektrische Ladung mit einer Druckentlastung von aufsen und wirkt von da aus nach innen. Den Vorgang kann man sich klar machen, indem man einerseits ein mit einem Gas gefülltes, durch einen verschiebbaren Stempel verschlossenes Gefäfs annimmt und den Stempel durch Erwärmung sich verschieben läfst, während man ein zweites Mal den Kolben herauszieht und so das Gas unter Abkühlung verdünnt. Im ersteren Fall wird der Kolben seinen Stand solange beibehalten, als eine Änderung der äufseren Einflüsse nicht eintritt, während im zweiten Fall durch das Nachlassen der Kraft, die den Kolben herauszog, dieser wieder den Stand vor der Verdünnung einzunehmen versucht. Elektrische Ladung ist somit die von aufsen her bewirkte Vergröfserung oder Verkleinerung der Oberflächenspannung eines Körpers, ohne vorhergehende Änderung der kinetischen Energie seiner Teilchen.

Der mechanische Vorgang ist dabei folgender:

Ein Festkörper, oder ein Körper mit grofser innerer Reibung, der zugleich Leiter der Elektrizität ist, werde positiv elektrisch geladen. Dieses Laden beruht nun auf einer Verminderung des Binnendruckes, d. h. in einem Wegrücken der obersten Teilchenschicht von der darunterliegenden. Mit dieser Vergröfserung des Teilchenvolumens der obersten beiden Schichten ist Arbeitsleistung verbunden, die sich als Energie der Lage der Teilchen anhäuft, ohne die kinetische Energie derselben zu vergröfsern. Ein derartiger Vorgang könnte nun leicht als rückläufig aufgefafst werden, was aber ausgeschlossen ist, da ja, wie in Kapitel III gefunden wurde, der Druck der einzelnen Teilchen von innen nach aufsen, entsprechend der Anziehung, abnimmt. Die Temperatur mufs allerdings sinken, da die Anzahl der Teilchen pro Normalfläche eine Abnahme erfährt, und man könnte nun nach dem oben angeführten Beispiel der Gasausdehnung erwarten, dafs durch Erwärmung auf die ursprüngliche Temperatur der ehemalige Zustand wieder hergestellt werde, was aber keineswegs zutrifft.

Man kann sonach sagen:

Mit der elektrischen Ladung ändert sich das Teilchenvolumen eines Körpers, während sein Teilchengewicht bestehen bleibt, sodafs ein neuer, sehr labiler Körper, mit neuen, physikalischen Eigenschaften entsteht. Erwärmt man jetzt diesen geladenen Körper, so wird dadurch seine kinetische Energie vergröfsert, weshalb er sich ausdehnt und zwar stärker, als im unelektrischen Zustand. Trotz der Erwärmung resultiert aber, nach wie vor, ein elektrischer Körper.

Als Haupteigenschaft im geladenen Zustand ist die Labilität des Körpers hervorzuheben, d. h. seine Fähigkeit in den ungeladenen Körper momentan überzugehen. Diese Fähigkeit spielt eine sehr wichtige Rolle bei der Fortpflanzung der Elektrizität und bedingt deren Geschwindigkeit.

Die Druckentlastung an der Oberfläche hat nun bei Leitern eine Einwirkung auf die Teilchen im Innern des Körpers, denn es tritt unter dem verminderten Druck eine Ausdehnung und ein Auseinanderrücken aller Teilchen ein, was dazu beiträgt, die an einem Punkt erfolgte elektrische Ladung über den ganzen Körper zu verteilen.

Geht man in der Betrachtung dieser Verhältnisse einen Schritt weiter, so findet sich sehr bald der Grund für die Anschauung, dafs »die Elektrizität auf der Oberfläche der Leiter sitze«, eine Auffassung, die mit den Fragen über die Kapazität innig verbunden ist. Letzere findet sich in Müllers Lehrbuch der Physik*) folgendermafsen definiert: »Die Kapazität eines Leiters wird gemessen durch die Menge der Elektrizität, die man braucht, um den Leiter vom Potential Null auf das Potential eins zu bringen.«

Ferner: »Während die Wärme-Kapazität des Körpers eine konstante ist, welche nur von dem materiellen Inhalt desselben abhängt, . . . verhält

*) Müller Pouillet Physik. 9. Aufl. III. 214.

sich dies bei der elektrischen Kapazität eines Leiters ganz anders. Diese ist vom materiellen Inhalt ganz unabhängig, dagegen abhängig von Gröfse, Gestalt und von der Lage gegen andere Leiter.«

Abgesehen von der Lage zu anderen Leitern, sind also Gröfse und Gestalt bedingend für das elektrische Fassungsvermögen, was nach den vorliegenden Aufstellungen über das Wesen der Elektrizität leicht erklärlich ist.

Das Fassungsvermögen wird gemessen durch eine bestimmte Binnendruckabnahme. Je gröfser nun die Oberfläche des in Frage kommenden Leiters ist, desto geringer mufs sich diese Druckverminderung auf der Flächeneinheit bemerkbar machen und dementsprechend entsteht auch nur geringe elektrische Spannung. Selbstverständlich ist es auch, dafs die Materie des Leiters, entgegen dem Wärmefassungsvermögen, gar nicht in Frage kommt, denn es wird ein gewisser Betrag des Binnendruckes hinweggenommen, unbeeinflufst von der Gröfse desselben, also auch unbeeinflufst von der Materie, die ihn erzeugt. Ist der Binnendruck grofs, so wird der Weg, über welchen Ausdehnung erfolgt, eben klein sein und umgekehrt. Anders steht es, wenn an ein und demselben Leiter verschiedene Oberflächenspannungen vorkommen, und dieser Fall tritt stets ein, wenn der Leiter nicht kugelförmig gestaltet ist.

Die Kugel hat bei gleicher Materie allseitig gleiche Oberflächenspannung, während diese bei allen anderen Formen mit der Krümmung wechselt. Nun ist es aber sehr einleuchtend, dafs die Ladung versucht, wenn möglich gleiche Oberflächenspannung auf dem ganzen Körper herzustellen und das ist nur denkbar, wenn an den stark gekrümmten Stellen, die höhere Oberflächenspannung aufweisen, stärkere Verminderung der Spannung durch positive Ladung erfolgt, demnach mufs die stärkere positive Ladung an den stärkst gekrümmten Flächen auftreten.

Auf diese Art ist ein Teil jener Umstände erklärt, die zu der Anschauung führten, dafs die Elektrizität auf der Oberfläche der Leiter sitze.

Für die Auffassung der elektrischen Ladung, als Veränderung der Oberflächenspannung, sprechen nun vor allem die Versuche von Lippmann, und sollen dieselben unter dem Gesichtspunkt des vorstehend Gesagten betrachtet werden. Das Resultat der Versuche ist in Kürze folgendes: In einem System, in welchem Quecksilber durch verdünnte Schwefelsäure getrennt ist, wird die Oberflächenspannung durch Zuführung von Elektrizität zu den beideu Quecksilbermengen verschieden geändert. Wird die eine Hälfte des Quecksilbers von dem gleichen Element aus positiv geladen, die andere dagegen negativ, so nimmt die Oberflächenspannung des positiv geladenen Teils ab, die des negativ geladenen dagegen zu.

Die Erklärung dieser Thatsache ist sehr einfach: Quecksilber und Schwefelsäure wirken anziehend aufeinander ein und bilden einen bestimmten Meniskus und bestimmte Oberflächenspannung, zumal wenn beide Quecksilbermengen leitend verbunden werden. Dadurch wird das auf beiden

Seiten gebildete Potential ausgeglichen, damit ein stabiler Zustand erzeugt und so das anfängliche Schwanken bei nicht geschlossener Kette, das Lippmann beobachtete, erklärlich. Wird nun die eine Quecksilbermenge positiv geladen, die andere dagegen negativ, so mufs sich der Oberflächenzustand des Quecksilbers ändern und zwar auch dann, wenn keine Spur von Wasserstoffentwickelung auftritt. Der minus Pol nimmt eben höhere Oberflächenspannung an, während sich die des plus Pols vermindert. Das setzt sich nun proportional der Potentialdifferenz bis zu einem gewissen Punkt fort, worauf dann die Oberflächenspannung am minus Pol wieder abnimmt. Es ist dieser Vorgang höchst wahrscheinlich als eine Folge von Elektrolyse und Polarisation anzusprechen, vielleicht ist aber auch bei bestimmtem Potential die durch Berührung von Quecksilber und Schwefelsäure herbeigeführte Oberflächenspannungsverminderung gerade ausgeglichen.

Als weiterer wichtiger Punkt folgt hier die Fortpflanzung der Elektrizität in festen Leitern.

Besitzen zwei Leiter stets gleich bleibende, d. h. der Masse nach unendliche, entgegengesetzte Ladungen, so mufs innerhalb einer leitenden Verbindung beider ein dauernder Ausgleich der beiden Energiemengen stattfinden.

Der Vorgang wird am klarsten, wenn man sich denselben in zwei Stadien vor sich gehend denkt.

Zunächst wird der positiv geladene Körper mit einem isolirten Leiter verbunden und dieser nimmt dadurch positive Ladung und Binnendrucksverminderung an. Hierauf trennt man den Leiter von dem plus geladenen Körper und setzt ihn mit dem minus geladenen in Verbindung, worauf der umgekehrte Prozefs vor sich geht, d. h. der Leiter verliert seine Binnendrucksverminderung, wird unelektrisch und zuletzt negativ geladen.

Dasselbe Spiel der Kräfte findet nun auch statt, wenn beide Pole konstant verbunden sind. Jeder beliebige Querschnitt wird, in sehr rascher Aufeinanderfolge, stets dem Sinne nach wechselnde Zustände annehmen, so lange sich die beiden entgegengesetzten Ladungen nicht ausgeglichen haben, und dieses immerwährende Ändern der Binnendrucksgröfse im Leiter nennt man Strom.

Die Gesetze solch eines Stromes lassen sich, von den Fernwirkungen abgesehen, sehr einfach zusammenfassen, wie dies Ohm gezeigt hat; nur gilt es, die hier einschlägigen Begriffe im Sinne der Arbeit zu definieren.

Strom ist die pro Zeiteinheit beförderte Energiemenge, und diese ist abhängig vom Gesamtgefälle und dem Widerstand.

Energieaustausch oder Energieverteilung kann nur erfolgen, wenn Körper verschiedener Energiegröfse vorhanden sind. Wären z. B. zwei gleiche Leiter gleichartig zu gleicher Spannung geladen, so könnte, wenn sie leitend verbunden werden, kein Strom auftreten, da das treibende Element genau wie bei gleich temperierten Körpern vollständig mangelt. Ist nun aber der Sinn der Ladung ein entgegengesetzter, so besitzt der eine

Leiter Energiezuwachs und Binnendrucksverminderung, während der andere Energiemangel und — damit verbunden — Binnendrucksvermehrung aufweist. Bei leitender Verbindung beider wird die Energie der Lage ausgelöst und der positiv geladene Leiter beginnt sich zusammenzuziehen und zwar auf Kosten der Ausdehnung, die zunächst der zwischengeschaltete, und dann der negativ geladene Leiter erfährt. Sind Leiter und Ladungen der Gröfse nach gleich, so resultiert ein unelektrisches System, wird dagegen die Ladung ununterbrochen auf beiden Seiten zu einer gewissen Höhe ergänzt, so mufs der Ausgleich ein kontinuierlicher sein und zu einem Dauerstrom führen. Das Gefälle besteht somit in dem Unterschied der Binnendrucke vom Normalzustand.

Der zweite mafsgebende Faktor ist der Widerstand, den ein Leiter dem Stromdurchgang entgegensetzt.

Dabei wird immer nur von Leitern erster Klasse die Rede sein, während Flüssigkeiten bei dem Kapitel Elektrolyse ihre Abhandlung finden.

Der Widerstand stellt sich stets als Verlust der übertragenen Energieform dar und ist somit eine dynamische Gröfse. Von dieser Thatsache ausgehend kann nur in einem Arbeitsvorgang die Ursache für jenen Energieverlust gefunden werden, und es ist sehr naheliegend, die Arbeitsleistung in der Entfernung und Näherung der Teilchen, über ihren Normalzustand hinaus, zu suchen.

Betrachtet man den Querschnitt eines linearen Leiters, so mufs derselbe, um einen Ausgleich der Energie herbeizuführen, zunächst positiv geladen werden. Hiezu ist jedoch Arbeit erforderlich, da die Teilchen, des als Oberfläche gedachten Querschnittes, von einander entfernt werden müssen. Die positiv geladene Fläche wird nun vom negativen Pol beeinflufst und zwar leistet die — durch die positive Ladung der Teilchen erzielte — Energie der Lage solange Arbeit, bis der unelektrische Zustand hergestellt ist, dann aber wird die negative Ladung in Thätigkeit treten und die Teilchen des Querschnittes zusammendrücken. Der umgekehrte Prozefs erfolgt nun wieder für den Fall der positiven Ladung und so fort, bis das Strömen beendet ist.

Kurz zusammengefafst besteht sowohl die Energiebewegung, als auch der Widerstand in einer Dehnung und darauffolgenden Prefsung der Teilchen, wobei stets auf halbem Weg Arbeitsleistung von der Stromquelle aus erfolgt, während die andere Wegstrecke durch die zuerst vorhandene Energie der Lage und deren Arbeitsfähigkeit überwunden wird. Diese rasche Aufeinanderfolge von Dehnung und Pressung bedingt nun im Leiter eine gewisse Oscillation der Teilchen, (die teils Fernwirkung hervorruft), teils als Wärme erkennbar wird.

Betrachtet man im Weiteren die Gröfsen, von welchen der Widerstand abhängig ist, so ergiebt sich, dafs derselbe mit der Länge des Leiters wächst, und mit der Vergröfserung des Querschnittes abnimmt. Die Wirkung des Querschnittes ist schon dadurch gekennzeichnet, dafs er mit

zunehmender Vergröfserung — gleiche Substanz und Temperatur vorausgesetzt — entsprechend mehr Teilchen enthält und daher auch, bei einmaliger Ladung auf bestimmtes Potential, eine entsprechend gröfsere Menge Energie zu fassen vermag. Das Potential aber ist gegeben durch dasjenige des Poles selbst.

Je gröfser nun der Querschnitt eines Leiters wird, desto gröfser ist auch dessen Kapazität, d. h. die Energiemenge, die er auf einmal aufnehmen kann und die ihn in der Zeiteinheit durchfliefst. Je mehr Energie aber auf einmal befördert wird, desto seltener mufs der Querschnitt bei gleich starkem Strom geladen und entladen werden, desto gröfser mufs aber auch, bei gleichem Gefäll, die ihn durchfliefsende Energiemenge und desto geringer daher der Widerstand sein.

Ähnliche Verhältnisse kommen aber auch für die Länge eines Leiters in Betracht, denn je stärker diese wächst, desto mehr Querschnitte sind in ihr nebeneinander gelagert, und um so öfter mufs daher der Ausgleich »positiv-negativ« erfolgen. Dementsprechend wird sich jedoch auch der Fortschritt der Energie verlangsamen, der Strom abschwächen und damit der Widerstand vergröfsern.

Als drittes Moment kommt noch die Materie in Frage, deren Einflufs jedoch noch nicht genügend ergründet ist, und über welche weitere Beobachtungen und Betrachtungen im Gange sind. Somit ist an Hand der Gravitationstheorie nachgewiesen, dafs der Widerstand, den der Strom erleidet, mit der Länge des Leiters zunimmt, dagegen mit wachsendem Querschnitt sich vermindert, und dieser Befund deckt sich vollkommen mit dem Ohm'schen Gesetz

$$J = \frac{\Sigma}{\frac{e}{Q}} \cdot \text{const.}$$

Die Stromstärke, d. h. die pro Zeiteinheit beförderte Energiemenge, vergröfsert sich mit der Zunahme des Gefälles, denn mit ihr wächst auch die Energiemenge, welche bei einmaliger Ladung pro Querschnitt befördert wird, entsprechend an.

Die Energiemenge ist aber um so gröfser, je kleiner der Widerstand wird, d. h. je mehr Energie bei bestimmtem Gefälle auf einem Querschnitte angehäuft ist und je weniger solche Querschnitte in der Länge zu durchlaufen sind.

War bisher immer nur von linearen, cylindrischen Leitern die Rede, so mufs bei verschieden gestalteten Leitern noch darauf hingewiesen werden, dafs sich der Widerstand jedes Querschnittes mit seiner spezifischen Gröfse zu dem aller übrigen addiert, dafs also der Widerstand eine additive Gröfse ist. Auf diese Weise unterscheidet sich auch das Strömen der Energie vom Fliefsen des Wassers in Röhren, wo der kleinste Querschnitt für den Ausflufs bestimmend ist.

B. Thermoelektrizität.

Thermoströme stellen, wie auch alle übrigen elektrischen Ströme, einen Energieausgleich dar und zwar findet derselbe, den besterforschten Beispielen zufolge, zwischen gleichartigen Metallkontaktstellen statt, deren eine höhere, die andere niedere Temperatur besitzt. Die so erzielten Ströme sind konstant, so lange der Temperaturunterschied der Kontaktstellen andauert, und entstehen unter Wärmeverbrauch an dem höher temperierten Kontakt. Hiefür spricht, dafs der Strom eine Energieübertragung darstellt, und dafs die zweite, kältere Lötstelle unter dem Einfluſs des Stromdurchganges erwärmt wird, wobei die geleitete Wärme, wegen ihrer langsamen Fortpflanzung, gar nicht in Frage kommt. Dafs die elektrische Energie direkt aus Wärmeenergie entsteht, läfst sich auch noch daraus folgern, dafs bei der Berührung eines kalten und eines warmen Stückes gleichen Metalles Strom entsteht, der mit dem Temperaturunterschied der sich berührenden Stücke abnimmt und bei gleicher Temperatur aufhört. Dieser Strom kann also gewifs nur auf Kosten des Temperaturgefälles an der Berührungsstelle und des dadurch hervorgerufenen Energieunterschiedes entstehen.

Da die Ströme darnach durch Wärmeunterschiede hervorgerufen werden, so mufs irgend ein Gefälle vorhanden sein, und in dieser Thatsache liegt wohl das verbindende Glied zwischen Kontakt- und Thermoelektrizität. Betrachtet man die Spannungsreihen dieser beiden, so zeigen sich erhebliche Verschiedenheiten, was bei den verschiedenen spezifischen Wärmen und spezifischen Gewichten der fraglichen Körper nicht verwunderlich ist.

In der thermoelektrischen Reihe nehmen vor allem Wismut und Antimon ganz besondere Stellungen ein. Wismut, durch sein hohes Atomgewicht für Volumänderungen weniger befähigt, besitzt aufserdem noch eine verhältnismäfsig geringe Anzahl der Teilchen pro Flächeneinheit, so dafs bei Temperaturänderungen nur geringe Binnendrucksveränderungen auftreten. Aus diesen Gründen kann Wismuth in der thermoelektrischen Reihe sogar über das Platin hinausrücken, ebenso wie sich Blei demselben nähert. Das Gegenteil mufs nun bei Antimon stattfinden, denn es hat für sein Teilchengewicht ein sehr grofses Volumen, und der Einfluſs der Ausdehnung auf den Binnendruck kommt dadurch überaus stark zur Geltung, so dafs Antimon sogar über Zink hinaufrückt. Der Unterschied der beiden Spannungsreihen findet also in dem Verhältnis von Teilchengewicht zu Teilchenvolumen ebenfalls wieder eine ungezwungene Erklärung.

Da für Thermoelektrizität wie für Kontaktelektrizität das Gefälle der treibende Faktor ist, so geben die experimentell bestimmten Stromrichtungen Veranlassung zu der Folgerung, dafs das Gefälle zwischen den Metallen an der warmen Lötstelle gröfser ist, als an der kalten. Zugleich wäre damit aber auch gesagt, dafs das Potentialgefälle zwischen warmen Metallen ein höheres ist, als zwischen denselben kalten Metallen.

Nimmt man ein Element aus Wismut und Zink, so fliefst der Strom im Widerspruch mit der Kontaktelektrizität an der kalten Lötstelle vom Zink zum Wismut. Ist nun aber das Gefälle an der warmen Lötstelle gröfser als an der kalten, so ist damit diese Strömung erklärt.

Ehe die Thermoelektrizität selbst einer weiteren Betrachtung unterzogen werden soll, mufs noch ein anderer Punkt besprochen werden, der bisher übergangen worden ist, nämlich der Grund, warum bei Berührung zweier Metalle nur ein momentaner Strom entsteht. Beim einfachen Kontakt Zink-Kupfer werden beide Metalle entgegengesetzt geladen, d. h. Zink erleidet Oberflächenspannungsverminderung und damit Ausdehnung, während Kupfer eine Pressung und damit Vergröfserung der Oberflächenspannung erfährt. Da in beiden Fällen weder Wärme von aufsen zugeführt, noch weggenommen wird, so mufs die Volumänderung eine Energie- d. h. Temperaturverschiebung zur Folge haben. Das ausgedehnte Zink verliert an Anzahl der Teilchen pro Flächeneinheit und somit an Temperatur, aus dem gleichen Grund erwärmt sich dagegen das Kupfer. Diesem Temperaturunterschied steht nun die Kontaktwirkung als verteilende Kraft gegenüber und deshalb kann, solange kein Schliefsungsbogen vorhanden ist, die Temperatur und deren Einflufs auch nicht ausgeglichen werden. Schliefst man aber den Ring, so werden beide Platten unelektrisch und die Temperatur beider wieder gleich. So lange ein Stromschlufs vorhanden ist, fehlt die Fähigkeit, neue Verteilung von Energie herbeizuführen, da sich jeder stärkere Zug durch den Schliefsungsbogen auf die andere Seite der Kontaktstelle fortpflanzt und diese entgegengesetzt ladet. Öffnet man den Schliefsungsbogen und schliefst aufs neue, so erhält man, allerdings, abermals einen momentanen Strom. Es ist somit ersichtlich, dafs Temperatur und damit Wärme und Elektrizität einander wechselseitig gegenüberstehen und daher auch leicht in einander überführbar sind.

Die obengenannten Faktoren sind es nun auch, die den Strom der Thermoelemente erzeugen, doch ist der Vorgang, der zwei Berührungsstellen halber, ziemlich verwickelter Natur. Im Thermoelement sind, wie oben erwähnt, zwei Potentialunterschiede gegeneinander geschaltet. Der Potentialsprung der warmen Lötstelle aber ist höher, als der der kalten. Es erfährt also Zink an der warmen Berührungsstelle eine ziemliche Binnendrucksverminderung und dementsprechend sinkt die Temperatur. Anderseits wird die Oberflächenspannung bei Wismut vergröfsert und die Temperatur erhöht. Dieser Potentialunterschied wirkt nun auf den an der kalten Lötstelle vorhandenen ein, dort entsteht ebenfalls Binnendrucksverminderung beim Zink, was Abkühlung hervorruft, und Binnendruckserhöhung bei Wismut, die mit einer Erwärmung verknüpft ist. Beide Lötstellen sind nun gegeneinander geschaltet und es macht sich die Wirkung des warmen auf das kalte Zink durch elektrische Leitung geltend, indem ein elektrischer Strom entsteht, wodurch das kalte Zink sich noch weiter ausdehnt und abkühlt. Diese Abkühlung hat aber kein Gegengewicht mehr im Kon-

takt, da dessen Gröfse nur der kalten Lötstelle entspricht und es mufs sonach das durch den Kontakt mit kaltem Zink erwärmte Wismut eine Abkühlung und Verminderung seiner negativen Ladung erfahren. Ist diese Wirkung stark genug, um die ganze Potentialdifferenz der kalten Lötstelle aufzuheben, so wird Wismut unelektrisch und zuletzt positiv geladen. Dieser Vorgang benötigt aber den gröfsten Teil des Potentialunterschiedes an der warmen Lötstelle und es erfolgt nun der Ausgleich zwischen dem plus geladenen kalten und dem minus geladenen warmen Wismuth. Würde die Ladung des kalten Metalles so grofs sein, als die des warmen, nur mit anderen Vorzeichen, so könnte bei Entladung und Stromschlufs am warmen Wismut so viel Wärme verbraucht werden, als vordem durch Kontakt frei geworden ist, und es könnte nur ein momentaner Kontaktstrom entstehen. Nun liegt es aber in der Sache selbst begründet, dafs das kalte Wismut nie der Gröfse nach, das Potential des warmen Wismut, sondern höchsten Falls den Wert $(Zn_W - Bi_W) - (Zn_K - Bi_K)$ erreichen kann. Es mufs daher auch nach dem Ausgleich der Elektrizität beim warmen Zink ein Mangel an Energie und eine Abkühlung vorhanden sein, die nun durch Wärmezufuhr ausgeglichen wird. Ist das warme Zink wieder auf der Anfangstemperatur angelangt, so stellt sich auch das frühere Potential an der warmen Lötstelle wieder her und es beginnt von neuem Energieaustausch. Auf diese Art wird an der erwärmten Kontaktstelle Wärme aufgenommen und in Form von Elektrizität zur kalten Lötstelle übergeführt.

Es fragt sich nun: Wo bleibt die elektrische Energie, wenn sie nicht zur warmen Lötstelle zurückkommt?

Der Grund hiefür ist in dem unter dem Namen Peltier-Effekt bekannten Erscheinungen an der kalten Lötstelle zu suchen. Erwiesenermafsen erzeugt der gegen eine Berührungsstelle zweier Metalle geleitete Strom in der Berührungsstelle Wärme, dagegen Abkühlung, wenn er mit dem Potentialgefälle fliefst.

Beide gerade umgekehrt wie in einem Thermoelement verlaufende Vorgänge, sollen, obgleich im Vorstehenden schon gröfstenteils erklärt, doch noch, der Vollständigkeit halber, kurze Erläuterung finden.

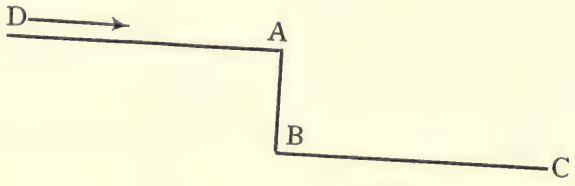
1) Ein Strom fliefse gegen ein Potentialgefälle und erwärme die Kontaktstelle.

Die erste Bedingung für diesen Vorgang ist, dafs der Potentialsprung, der den Strom erzeugt, höher ist, als der zu überwindende Potentialsprung. Das höhere Potential ruft eine Erhöhung der Binnendrucksverminderung des minus geladenen, also zusammengedrückten Körpers hervor, denn es mufs dessen minus Ladung ausgeglichen und aufserdem in eine positive Ladung verwandelt werden. Dazu gehört Energie und diese ist als Energie der Lage in dem gehobenen Punkt angesammelt, wird daher bei Entladung als Arbeit und Wärme zur Geltung kommen. Strom ist aber, nach früheren Ausführungen, nur ein sehr rascher Wechsel von Ladung und Entladung, daher mufs bei jeder Ladung Energie von Seite des höheren Potentials

verbraucht und hernach, bei der Entladung, Wärme an der Kontaktstelle erzeugt werden. Der entgegengesetzte Vorgang findet statt

2) wenn der Strom mit dem Gefälle des zweiten Potentialsprunges fliefst.

Hier ist das treibende Potential, seiner Gröfse nach, unabhängig von dem zweiten Kontakt, beide Potentialdifferenzen addieren sich vielmehr und bedingen das Gesamtgefälle und die Stromstärke. Von der Ladung des ersten Kontaktes gelangt nun ein Teil der positiven Ladung an den höchsten Punkt des zweiten Gefälles, das schon eine der Gefällshöhe A B entsprechende Oberflächenspannungsverminderung des Astes A D herbeigeführt hat, während B C



negative Ladung empfing. Hiedurch wird oben der Punkt A noch stärker positiv geladen und damit noch stärker abgekühlt, während B C seine ursprüngliche Ladung beibehält. Nun geht die positive Ladung auch auf den Ast B C über, hebt dessen Niveau und dehnt ihn aus, sodafs zuletzt auch hier Energiemangel und Abkühlung eintritt. Beide Vorgänge erfolgen danach unter Abkühlung, wie dies auch die Versuche von Peltier erfordern.

Aufser verschiedenen Metallen können auch verschieden temperierte Stücke desselben Metalles Thermoströme hervorrufen und gerade diese Vorgänge lassen den engen Zusammenhang von Wärme und Elektrizität sehr klar erkennen.

Es ist Thatsache, dafs der Strom, der durch Berührung verschieden temperierter Stücke des gleichen Metalles entsteht, an der Berührungsstelle vom warmen zum kalten Metall fliefst. Dieser Umstand widerspricht anscheinend der Annahme, dafs Kontakt und Gefälle als treibende Kraft im Thermoelement anzusehen sind; denn das warme Metall (z. B. Platin) zieht ja schwächer an, als das kalte und hat aufserdem den geringeren Binnendruck, sodafs ein Strom in umgekehrter Richtung zu erwarten wäre. Da aber unbedingt Wärme vom warmen zum kalten Platin übergeht, so ist damit schon gesagt, dafs die erzielte Ladung sich anders verhält wie bei Kontaktelektrizität und im Stande ist, den Wärmeausgleich zu verhindern, dafs also die Energie der Wärme und deren Gefälle gröfser ist, als das umgekehrt wirkende Potential.

Der Hauptstrom entsteht nun wie folgt: Wärme, d. h. Energie geht vom warmen zum kalten Metall über, wobei sich der Übergang von Schicht zu Schicht vollzieht. Die kalte Oberfläche des einen Stückes erwärmt sich auf Kosten der warmen Oberfläche des anderen Stückes. Hiedurch tritt Verminderung der Oberflächenspannung in der obersten Schicht des kalten

Stückes ein, die sich aber momentan fortpflanzt und die positive Ladung des ganzen Stückes erzeugt. Besteht zwischen kaltem und warmen Metall leitende Verbindung, so wird auch das warme Metall, das durch die Abkühlung an der Oberfläche negative Ladung empfing, beeinflufst. Nimmt man jetzt von beiden Ladungen noch die entgegengesetzte Kontaktladung weg, so gleicht sich der bleibende Gefällsrest aus. Die zum kalten Metall übergegangene Wärme wird nun zur Binnendrucksverminderung aufgebraucht, daher die Oberfläche wieder in den ursprüngliahen Zustand zurückversetzt und, so lange noch Temperaturgefälle vorhanden ist, auch befähigt, weiteren Strom zu liefern.

VII. Kapitel.

Das periodische System.

Der Hauptgedanke, der im periodischen System zu Tage tritt, läfst sich zusammenfassen in dem einen Satz: Die Eigenschaften der Elemente sind periodische Funktionen ihrer Atomgewichte. Zu den Eigenschaften der Elemente gehört aber vor allem ihr spezifisches Volumen, das Atomvolumen, und aus diesem, im Zusammenhang mit dem Gewicht ergeben sich alle Eigenschaften der Elemente, wie Schmelzpunkt, chemische Eigenschaften u. s. w.

Hält man dazu das in den vorstehenden Kapiteln Entwickelte, so kommt man zu der Frage: Ist das Atomvolumen eine ebenso a priori gegebene Gröfse wie das Atomgewicht, oder stammt dasselbe aus dem Atomgewicht und ist durch dieses bedingt?

Die meisten einschlägigen Momente deuten ja auf letzteres hin, und auch Lothar Meyer war der Meinung, dafs mit dem Atomgewicht das Volumen eines Elementes bestimmt sei, doch fehlt dieser Ansicht noch immer die Erklärung des Zusammenhanges der beiden Gröfsen.

Nimmt man eine Atomgravitation an, so ist ohne weiteres klar, dafs das Atomgewicht allein diese Periodizität nie und nimmer hervorbringen kann, daher mufs ein, in unseren irdischen Verhältnissen gelegenes Moment hereinspielen. Es kann dies demnach nur irgend eine vom Menschen geschaffene konstante sein, durch die dann ein entsprechend verzerrtes Bild entsteht, wie es das periodische System darstellt. Die konstante aber resultiert aus dem Umstand, dafs die Atomvolumina aller Elemente bei einer und derselben Temperatur bestimmt worden sind, weshalb der Energieinhalt des gleichen Volumens aller Elemente gleich sein mufs. Nun sind die mafsgebenden Faktoren für den Energieinhalt pro Volumeneinheit:

1) Die Anzahl der Teilchen pro Volumeneinheit, und
2) Die Energie der Einzelteilchen.

Die Gesamtenergie stellt sich sonach dar als Produkt aus Energie E des Einzelteilchens und der Anzahl X derselben pro Volumeneinheit, und dieses Produkt mufs konstant sein.

$$E \cdot X = \text{konstant.}$$

Auf diesen Wert übt nun das Atomgewicht seinen Einfluſs aus, nämlich insofern, als bei gleichbleibendem Volumen, also auch gleichem X, die Energie der Einzelschwingung und damit die Energie E des Einzelteilchens wächst. Die selbstverständliche Folge ist eine Zunahme des Produktes E·X. Jede Erhöhung der Energie würde aber der Voraussetzung gleicher Temperatur widersprechen, es mufs daher bei Zunahme des Atomgewichtes, um den Energieinhalt pro Volumeneinheit auszugleichen, eine Veränderung des Volumens eintreten, welche in zwei Richtungen erfolgen kann. Das Volumen mufs entweder vergröfsert werden, oder aber eine Verkleinerung erfahren und beide Einflüsse werden zu dem Temperaturausgleich führen. Im ersten Fall — Vergröfserung — wird X und damit schon an und für sich die Energiesumme verringert. Hiezu tritt jedoch noch eine weitere Verkleinerung, indem der Einfluſs der Gewichtszunahme durch die Anzahlverkleinerung abnimmt. Dem steht nun eine ebenfalls aus der Volumvergröfserung entsprungene Energieverschiebung gegenüber, nämlich die Energiezunahme des Einzelteilchens durch Vergröfserung des Weges und damit der Energie der Einzelschwingung. Es wird sonach durch Volumvergröfserung zweierlei geleistet:

1) Verminderung der Teilchenzahl X im Normalvolumen.

2) Vergröfserung der Energie des Einzelteilchens.

Beide Wirkungen sind aber entgegengesetzt. Wenn sich nun trotzdem, durch Volumänderung der normale Temperaturzustand herstellen lassen soll, so ist dies nur denkbar, wenn eine der Wirkungen gröfser als die andere, also $E' \gtrless X'$ ist, wobei E' und X' die entsprechenden Änderungen der Gröfse von E und X bei Zunahme des Atomvolumens um eine Einheit sind. Das Umgekehrte ist natürlich der Fall, wenn das Volumen verkleinert wird, denn dann vermindert sich E und X nimmt zu.

Ist daher die Änderung beider Werte nicht entgegengesetzt gleich grofs, so ist sofort die Bedingung zu Schwankungen des Atomvolumens bei einer Änderung des Atomgewichtes gegeben.

Zunächst soll also gezeigt werden, dafs beide Gröfsen sich mit dem Volumen verschieden ändern. Das Volumen bestimmt den Energieinhalt des Einzelteilchens derart, dafs mit zunehmendem Weg der Einzelschwingung auch die Energie derselben wächst, sodafs E proportional dem Radius R des zugehörigen Volumens ist, wobei alle anderen Bedingungen als gleichbleibend vorausgesetzt sind. Nimmt man nun verschiedene Elemente und berechnet aus deren Volumen den Radius R einerseits und die Anzahl X anderseits, ferner die Zunahme resp. Abnahme X' und R' beider Gröfsen bei Vergröfseruug des Volumens um eine Einheit, so zeigt sich, dafs die Änderung durchaus nicht parallel erfolgt; z. B.:

C	V = 3·6	R' = 0·151	X' = 9·9	$\frac{R' \cdot 1000}{X'} = 15$
Si	V = 11·2	R' = 0·042	X' = 1·0	» = 42
K	V = 45·5	R' = 0·016	X' = 0·08	» = 200
Rb	V = 56·1	R' = 0·014	X' = 0·06	» = 233

Rechnet man sämtliche Werte von R' auf 0·151 um und multipliziert X' mit den erhaltenen gleichen Quotienten, R'a : R'b, so ergiebt sich:

C	V = 3·6	R' = 0·151	X' = 9·9
Si	V = 11·2	R' = 0·151	X' = 3·6
K	V = 45·5	R' = 0·151	X' = 0·75
Rb	V = 56·1	R' = 0·151	X' = 0·65

Die nun gerechneten Werte für X' müfsten aber alle 9·9 betragen, wenn die Änderung von R und X sich gleichheitlich vollzöge.

Anschaulich wirkt eine im obigen Sinne durchgeführte Zusammenstellung möglichst vieler Elemente, wobei der Faktor $\frac{R' \cdot 1000}{X'}$ mit dem Teilchenvolumen parallel laufen mufs.

Element	V	R'	X'	$\frac{R' \cdot 1000}{X'}$
Li	12	0·037	0·8	46
Be	5·6	0·071	3·8	18
B	4·0	0·071	3·8	18
C	3·6	0·151	9·9	15
Na	23·7	0·026	0·3	87
Mg	13·8	0·038	0·8	47
Al	10·6	0·042	0·9	47
Si	11·2	0·042	1·0	42
P	13·5	0·038	0·8	47
S	15·7	0·034	0·6	57
Cl	25·6	0·024	0·23	104
K	45·5	0·016	0·08	200
Ca	25·4	0·024	0·23	104
V	9·3	0·047	1·03	45
Cr	7·7	0·057	2·20	26
Mn	6·9	0·057	2·30	25
Cu	7·2	0·057	2·20	26
Zn	9·1	0·047	1·03	36
Ga	11·7	0·042	0·90	47
As	13·2	0·038	0·80	47
Se	17·1	0·031	0·50	62
Br	26·9	0·024	0·21	114
Rb	56·1	0·014	0·06	233
Sr	34·1	0·019	0·15	126

Dieses Zahlenmaterial läfst nun Manches erkennen, das aus der Zusammenstellung nur weniger Werte kaum ersichtlich wäre. So zeigt es sich, dafs mit zunehmendem Volumen der Einflufs des Radius bis zu einem bestimmten Maximum wächst, was aus der Vergröfserung des Quotienten $\frac{R' \cdot 1000}{X'}$ hervorgeht, dann aber tritt die Wirkung der Teilchenzahl und deren Änderung in den Vordergrund. Derartige Schwankungen sind so zu erklären, dafs sich mit zunehmendem Gewicht die Energie des Einzelteilchens und damit die Gesamtenergie pro Volumeneinheit erhöht, so dafs eine Volumenvergröfserung eintritt, welche durch Verminderung der Anzahl der Teilchen die Energiesumme wieder auf Normaltemperatur bringen mufs. Bei weiterer Vergröfserung des Atomgewichtes kommt dann der Punkt, wo die Änderung von X kaum mehr bemerklich ist. Dem Einflufs des Gewichtes kann also durch weitere Volumvergröfserung keine Gegenwirkung von genügender Gröfse mehr geleistet werden, denn das Gewicht wirkt bei jeder Vergröfserung des Radius zu Gunsten der Energiezunahme und die Verringerung der Anzahl ist dagegen kaum merklich. Es kann folgedessen nur durch Umkehr, d. h. Volumverminderung und Verkleinerung der Einzelenergie von neuem ein Ausgleich geschaffen werden. Auch die Verkleinerung des Volumens ist nicht in allen Fällen ausreichend, da X und damit der Einflufs des Gewichtes von einem bestimmten Volumen ab derartig wächst, dafs keine Energieverminderung durch Volumverkleinerung mehr erreichbar ist. Jedem Atomgewicht entspricht sonach ein ganz bestimmtes Atomvolumen.

In dieser Auffassung liegt nun auch die sofortige Erklärung für die Form der Kurve bei der graphischen Darstellung von Atomgewicht und Atomvolumen. An allen höchsteu Punkten ist eine ziemlich spitz zulaufende Form bemerkbar, an den tiefst gelegenen Stellen dagegen ein allmählicher Übergang vom Sinken zum Steigen. Bei den höheren Volumina's und den gerade hiezu geeigneten Elementen kann der, für jede Gewichtseinheit als gleich zu betrachtende, Energiezuwachs nur durch starke Volumänderung erzielt werden. Hiezu kommt noch, dafs die Differenz der Atomgewichte zwischen den höchst gelegenen Alkalien und den ihnen benachbarten Halogenen eine ziemlich grofse ist:

H =	1	Li =	7	Differenz 6
Fl =	19	Na =	23	4
Cl =	35·5	K =	39	3·5
Br =	80	Rb =	85·5	5·5
J =	127	Cs =	133	6·0

Viel näher liegen jene der Erdalkalien und daher auch die geringe Verschiedenheit ihres chemischen Charakters. Am dichtesten sind die Elemente an den tiefsten Punkten der Kurve gelagert bei Bor und Kohlenstoff, bei Aluminium und Silicium, in der Eisen- und Platingruppe. Dazu kommt noch, dafs an Stellen kleinen Volumens, bei einer geringen

Änderung desselben, die Wirkung in Bezug auf X sofort viel stärker wird, als an jenen Stellen, wo schon ein grofses Volumen bei den nächst liegenden Elementen vorhanden ist.

Auf Verbindungen ist diese Betrachtung nicht ohne Weiteres anwendbar.

VIII. Kapitel.

Chemie.

In den vorstehenden Kapiteln war fast ausschliefslich von physikalischen Teilchen die Rede, deren Beziehungen zu einander sich ziemlich einfach darstellen liefsen. Um Vieles verwickelter jedoch gestaltet sich die Bindung verschiedener Elementaratome nach chemischen Grundsätzen.

Zunächst mufs jener Satz der Einleitung von neuem hervorgehoben werden, welcher betont, dafs auch chemische Verbindung auf Gravitation der Teilchen beruht und dafs in dieser das treibende Moment aller chemischen Vorgänge zu suchen ist. Da durch eine derartige Auffassung die Chemie auf eine rein mechanische Grundlage gestellt ist, mufs jede Arbeitsleistung, also auch jede chemische Verbindung, als ein in der Richtung der gröfseren Kraft erfolgender Prozefs aufgefafst werden. Auf die Vorgänge der Chemie angewendet heifst das: Eine chemische Umsetzung erfolgt im Sinne der gröfseren Anziehungssumme der Teilchen.

Schreitet man zum zahlenmäfsigen Nachweis dieses Satzes, so macht sich der Umstand, dafs die Atomvolumina resp. die Volumina der sich in Verbindung befindlichen Radikale nicht bekannt sind, unlieb bemerkbar. Diesem Übelstand kann aber annähernd abgeholfen werden, wenn man das Molekularvolumen im Verhältnis der versuchlich ermittelten Atomvolumina teilt, oder bei organischen Substanzen die Atomvolumina (nach Kapp) beim Siedepunkt addiert und deren Summe benützt. In vielen Fällen genügt auch die Addition der Atomvolumina im elementaren Zustand.

Ziemlich einfache und in ihrem Vorgang genau erforschte Prozesse sind jene der Cämentation, und es soll daher die Berechnung derartiger Umsetzungen, welche alle im Sinne der Gleichung

$$Zn + Cu\,SO_4 = Zn\,SO_4 + Cu$$

verlaufen, an erster Stelle erfolgen.

Hiebei kommen folgende gegenseitige Anziehungsmomente in Betracht:

$$Zn - Zn,\ Cu - Cu,\ Zn - SO_4,\ Cu - SO_4$$

Soll nun der Obersatz richtig sein, so mufs die Summe der Anziehungen $(Cu - Cu) + (Zn - SO_4)$ gröfser sein als die von

$(Zn - Zn) + (Cu - SO_4)$.

Zur Berechnung sind nachstehende Werte benützt:

	G	V	R
Zn	65	9·1	1·294
Fe	56	7·2	1·195
Cu	63	7·2	1·195
Co	112	12·9	1·453
SO_4	96	63·7	2·477

Die zu berechnenden Anziehungen ergeben entsprechend der Gleichung

$$\frac{G_1 + G_2}{(R_1 + R_2)^2}$$

folgende Werte

Für Zn — Zn	19·4	Für Zn — SO_4	11·3
» Cu — Cu	22·1	» Cu — SO_4	11·8
» Cd — Cd	26·7	» Cd — SO_4	13·5
» Fe — Fe	19·6	» Fe — SO_4	11·3

Setzt man diese Befunde in die chemische Formelgleichung ein, so ist:

$$\frac{Zn + Cu\,SO_4 = Cu + Zn\,SO_4}{19{\cdot}4 + 11{\cdot}8 < 22{\cdot}1 + 11{\cdot}3 = + 2{\cdot}2}$$

$$\frac{Zn + Fe\,SO_4 = Fe + Zn\,SO_4}{19{\cdot}4 + 11{\cdot}3 < 19{\cdot}6 + 11{\cdot}3 = + 0{\cdot}2}$$

$$\frac{Zn + Cd\,SO_4 = Cd + Zn\,SO_4}{19{\cdot}4 + 13{\cdot}5 < 26{\cdot}7 + 11{\cdot}3 = + 5{\cdot}1}$$

$$\frac{Fe + Cu\,SO_4 = Cu + Fe\,SO_4}{19{\cdot}6 + 11{\cdot}8 < 22{\cdot}1 + 11{\cdot}3 = + 2{\cdot}0}$$

In allen Fällen erfolgt das Auftreten der gröfseren Anziehungssumme im Sinne der Formelgleichung, was dem Obersatz entspricht. Auch die Reihenfolge in der Verdrängung spricht sich in dem Zahlenergebnis aus.

Diese eine Art von Umsetzung kann aber noch nicht zum Beweis genügen, es müssen vielmehr verwickeltere Prozesse verfolgt werden. Hierzu aber lassen sich Fällungsvorgänge sehr gut verwenden, da man es bei denselben mit Substanzen zu thun hat, die alle nahezu gleiches Volumen für die einzelnen Teilchen vor und nach der Umsetzung aufweisen. Diese geringe Änderung des Volumens ist aber für die Richtigkeit der Rechnung von Vorteil, da alsdann der Fehler, der durch Addition der Atomvolumina begangen wird, zum gröfsten Teil verschwindet.

Im Folgenden finden nun zwei Reaktionen Betrachtung, nämlich:

1) $NaCl + AgNO_3 = AgCl + NaNO_3$ und
2) $Na_2S + 2\,AgNO_3 = Ag_2S + 2\,NaNO_3$

Die zugehörigen Zahlen sind:

	G	V	R
Na	23	23·7	1·781
Cl	35·5	25·6	1·828
S	32	15·7	1·553
NO_3	62	43·0	2·173
Ag	108	10·2	1·344

Daraus berechnen sich folgende Anziehungen:

Na — Cl	4·5	Na — NO_3	5·4
Ag — Cl	14·2	Ag — NO_3	13·7
Ag_2 — S	33·4	Na_2 — S	9·9

Den Wert für Ag_2S und Na_2S erhält man, wenn man die Anziehungen Ag — S und Na — S verdoppelt.

In die Gleichung eingesetzt ergiebt sich:

$$\begin{array}{rcl} NaCl + AgNO_3 = AgCl + NaNO_3 & & \\ \hline 4{\cdot}5 + 13{\cdot}7 < 14{\cdot}2 + 5{\cdot}4 & = & +\,1{\cdot}4 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} Na_2S + 2\,AgNO_3 = Ag_2S + 2\,NaNO_3 & & \\ \hline 9{\cdot}9 + 27{\cdot}4 < 33{\cdot}4 + 10{\cdot}8 & = & +\,6{\cdot}9 \end{array}$$

Da nun mit der gröfseren Anziehung eine Zusammendrückung und Energieverschiebung verbunden ist, wie dies später noch genaner gezeigt werden soll, so ist daraus und aus der Ansicht über Lösung (Kap. IV) sofort ersichtlich, dafs der Satz von Bertholet, wonach bei chemischer Umsetzung der schwerer lösliche Körper die Reaktionsrichtung bestimmt, sich auch durch Annahme von Gravitationswirkung erklären läfst, nur ist dabei die Ursache zur Wirkung gemacht und umgekehrt. Demnach müfste es heifsen: Weil die betreffende Umsetzung erfolgt, entsteht ein schwerlöslicher Körper, denn die Teilchenmasse bleibt gleich, das Volumen verkleinert sich, damit vergröfsern sich aber das Einzelanziehungsmoment und die Anzahl der Teilchen pro Flächeneinheit, d. h. der Binnendruck.

Auf die gleiche Art lassen sich nun auch organische Reaktionen rechnerisch verfolgen, z. B.:

$$Zn(CH_3)_2 + 2\,H_2O = Zn(OH)_2 + 2\,CH_4 \text{ und}$$

$$C_6H_5NO_2 + 3\,H_2 = C_6H_5NH_2 + 2\,H_2O$$

	G	V	R
H	1	5·5	1·092
Zn	65	9·1	1·294
CH_3	15	27·5	1·873
OH	17	17·5	1·610
C_6H_5N	91	100·5	2·884

Anziehungen:

Zn — $(CH_3)_2$	= 16·0	C_6H_5N — O_2	= 11·6
H — OH	= 2·5	C_6H_5N — H_2	= 11·7
Zn — $(OH)_2$	= 19·6	H — H	= 0·42
H — CH_3	= 1·8		

Demnach

$$\begin{array}{rcrcrcl} Zn(CH_3)_2 & + & 2H_2O & = & Zn(OH)_2 & + & 2CH_4 \\ \hline 16 & + & 5{\cdot}0 & < & 19{\cdot}6 & + & 3{\cdot}6 \quad = + 2{\cdot}2 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcrcrcl} C_6H_5NO_2 & + & 3H_2 & = & C_6H_5NH_2 & + & 2H_2O \\ \hline 11{\cdot}6 & + & 1{\cdot}3 & < & 11{\cdot}7 & + & 5{\cdot}0 \quad = + 3{\cdot}8 \end{array}$$

Selbst ganz verwickelte organische Umsetzungen können solcherart berechnet werden und sie ergeben alle das den Thatsachen entsprechende Resultat. Was nun für die Umsetzung zwischen Salzen gilt, ist in noch höherem Mafs für organische Substanzen zutreffend, da das Volumen bei vielen Umsetzungen nur wenig geändert wird.

Nach diesen Berechnungen kann man Affinität und ähnliche Hilfsbegriffe einfach als Atomgravitation ansprechen und kommt damit zu einer rein mechanischen, unserer Vorstellung zugänglichen Erklärung der Chemie.

Atomgravitation als treibendes Moment bewirkt aber eine Volumveränderung der Substanz und damit eine Energieverschiebung, also auch eine Änderung der Eigenschaften der neugebildeten Molekeln, gegenüber den erstvorhandenen. Es soll daher zunächst der mechanische Vorgang der Verbindung von Atomen klar gestellt werden.

Aufser der Anziehung, welche von Teilchen zu Teilchen wirkt, besitzt auch jedes derselben noch einen gewissen Energieinhalt, der sich solcher Anziehung und der damit verbundenen Annäherung widersetzt, und in der Wechselwirkung dieser beiden Kräfte sind alle Erscheinungen der Chemie begründet. Durch Schwingung füllt jedes Atom einen gewissen, seiner Energie entsprechenden Raum aus und übt nach aufsen, ähnlich wie auch die Molekel, einen Druck aus. Letzterer aber hängt, wie früher schon abgeleitet wurde, zusammen mit dem Quadrat des Radius und zwar im gleichen Sinn, wie die Anziehung. Je kleiner das Volumen, bei gleicher Energie wird, desto mehr steigt der Druck von innen nach aufsen und zugleich tritt eine Temperaturänderung auf.

Um alle diese Änderungen in ihrer Wechselwirkung zu erkennen, kann man das gut durchforschte Beispiel der Bildung von Salzsäure aus Chlor und Wasserstoff benützen.

Bei Bildung von gasförmiger Salzsäure entsteht aus einem Volumen H_2 und einem Volumen Cl_2, zwei Volumina HCl, wobei gleiche Temperatur und gleicher Druck der Gase vorausgesetzt ist. Da vor und nach der Reaktion gleicher Druck und gleiche Temperatur herrschen sollen, so mufs die Energie der Salzsäuremolekeln mit jener der Chlor- und Wasserstoffmolekeln übereinstimmen, trotzdem die Energie um die, während der Reaktion frei gewordene Wärme verringert worden ist. Diese Energie stammt daher von den Atomen, jedoch nicht allein aus deren Bewegungsenergie, sondern auch aus deren Energie der Lage, d. h. aus der Anziehungsarbeit der Atome. Nun ist die Anziehung der Teilchen in chemischer

Verbindung gröfser als die im freien Zustand, da ja die Reaktion im Sinne der gröfseren Anziehung erfolgt, wie sich aus folgenden Zahlen ergiebt:

	G	V	R	
H	1	5·5	1·092	
Cl	35·5	25·6	1·828	
Anziehung:	H — H	= 0·42		5·72
»	Cl — Cl	= 5·30		
»	2(H — Cl)	= 8·60		

Diese Anziehungsvergröfserung leistet über einem bestimmten Weg Arbeit und bedingt dadurch die Bildungswärme bei Gasen, während im flüssigen Zustand noch ein weiteres Moment hinzukommt, von dem jedoch erst später die Rede sein soll.

Beide sich verbindende Teilchen kommen in gegenseitige Anziehung und zwar so, dafs die ganze Schwingung unter dem Einflufs der Anziehung steht. Die hiedurch bedingte Annäherung erfolgt nun bei beiden Teilchen zugleich und damit wächst deren Druck von innen nach aufsen im gleichen Sinn, wie die Anziehung.

Auf den ersten Blick möchte man versucht sein, zu glauben, dafs hiedurch überhaupt ein Gleichgewichtszustand nicht erzielt werden könnte. Dies ist aber dennoch der Fall, denn wie bei den Aggregatzuständen gezeigt wurde, mufs der Druck der Teilchen von innen nach aufsen gleich dem Binnendruck sein und dasselbe gilt auch hier, nur kommt dazu noch der Umstand, dafs beide verbundene Teilchen verschiedenartig sind, aber trotzdem gleichen Druck besitzen müssen. Druck und Anziehung ändern sich parallel und wieder, wie beim Sieden, tritt mit Temperaturzunahme eine Ausdehnung ein und zwar in dem Sinn, dafs pro Normalfläche der Energieinhalt der Atome der Temperatur jeweils entspricht. Diese Anwendung der für die Molekeln giltigen Annahmen auf die Atome bedarf keines weiteren Beweises.

Damit nun die bestimmte Temperatur erreicht wird, mufs zunächst für die Molekel der bestimmte Energiezustand erreicht sein, desgleichen aber auch für die verbundenen Atome oder Atomgruppen. Diese Auffassung läfst aber nur einen Gleichgewichtspunkt zu und dieser ist der Verbindung bei jeder Temperatur spezifisch. Durch Temperaturerhöhung mufs die Energie pro Flächeneinheit wachsen, die Atome vergröfsern ihre Schwingungsräume und müssen sich bei genügend hoher Temperatur zuletzt trennen, ähnlich wie das beim Siedevorgang für die Molekeln der Fall ist. Der Vorgang selbst wird als Dissociation bezeichnet.

Zur Beurteilung der hieher gehörigen, nach aufsen kenntlichen Energieverschiebungen ist es nun nötig, auch Festkörper und Flüssigkeiten und deren Reaktion in Betracht zu ziehen.

Reaktion erfolgt im Sinne der gröfsten Anziehungssumme und diese bewirkt ihrerseits eine Volumverminderung bis Druck und Anziehung im Gleichgewicht stehen.

Hiebei mufs eine Energieverschiebung eintreten, denn die Energie der Lage der Atome und Atomgruppen vermindert sich. Erfolgt die Reaktion in Gasform, so geht der Verlust an Atomenergie direkt in Molekularenergie über, indem zunächst die Anzahl der Atome pro Normalfläche sich vergröfsert und die Temperatur erhöht. Die gleiche Temperaturerhöhung mufs alsdann auch für die Molekel eintreten.

Ähnlich liegt die Sache bei Umsetzungen in Flüssigkeiten, nur äufsert sich hier die Zusammenziehung auch bei der Molekel, und es tritt Temperaturerhöhung ein, indem die Teilchenzahl pro Flächeneinheit wächst, was den Binnendruck steigert. Was aber bei Umsetzung in Gasform durch die Gefäfswandungen und deren Festigkeit geleistet wird, das mufs in Lösung der Binnendruck bewirken. Hierin liegt nun auch der Grund dafür, dafs die sichtbare Zusammenziehung bei der Reaktion ein Mafs für die Atomanziehung d. h. die Affinität ist.

Die bei chemischer Umsetzung übertragene Energie wird nun meist nach der frei werdenden Wärmenge beurteilt. Diese mufs sonach auch im Zusammenhang stehen mit der Volumveränderung bei der Umsetzung selbst und letztere wieder mit dem Volumen der Atome im freien Zustand. Um hiebei zu vergleichbaren Resultaten zu gelangen, kann man folgende Überlegung anstellen: Verbinden sich verschiedene, einwertige Elemente z. B. mit Chlor, so mufs die Zusammendrückung in allen Fällen so erfolgen, dafs Chlor in jeder der neuen Verbindungen das gleiche Volumen besitzt. Durch die Zusammendrückung steigt aber die Anzahl der Teilchen pro Flächeneinheit und damit die Temperatur. Es ergiebt sich aber eine Proportionalität zwischen dem Atomvolumen der mit Chlor verbundenen Elemente und der frei werdenden Energie bei der Verbindung mit Chlor, d. h. der Bildungswärme, denn je gröfser das Volumen des mit Chlor verbundenen Elementes ist, desto stärkere Zusammendrückung wird es bei der Verbindung erleiden, desto gröfser ist damit aber die Bildungswärme der entsprechenden Verbindung. Dies läfst nun auch beistehende Kurve sehr wohl erkennen, welche als Ordinaten die Atomgewichte der mit Chlor verbundenen Elemente enthält, während die eine Kurve die Atomvolumina, die andere dagegen die Bildungswärme der entsprechenden Chloride (der Elemente) als Abscissen hat.

Die Zahlen für die Bildungswärmen entstammen Ostwalds Grundrifs der allgemeinen Chemie*), und zwar sind dieselben derart verwendet, dafs bei zwei- und mehrwertigen Elementen die Bildungswärme durch die entsprechende Wertigkeit geteilt ist, so dafs in allen Fällen Verbindungen mit je einem Chloratom verglichen werden.

Im Vorstehenden findet der Begriff Wertigkeit Erwähnung, und da die Eigenschaften der Elemente alle auf deren Gewicht und Volumen be-

*) Ostwald, Grundrifs. 2. Aufl. 223 - 235.

ruhen, so muſs sich auch die Wertigkeit aus diesen Gröſsen erklären lassen. Wie in der ganzen vorliegenden Arbeit, so kann auch hier wieder, um Weitschweifigkeiten zu vermeiden, nur eine kurze Reihe von Schlüssen Platz finden, während genauere Ausführungen einer späteren Arbeit vorbehalten bleiben.

Die Wertigkeit muſs sich vor allem in der Volumenkurve der Elemente aussprechen, d. h. in einer graphischen Darstellung, bei welcher die Atomgewichte die Ordinaten, die Atomvolumina aber die entsprechenden Abscissen bilden. Sie läſst sich aber auch zahlenmäſsig darstellen, indem man den Druck der Teilchen in elementarer Form rechnerisch ermittelt. Dieser Druck von innen nach auſsen ist dem Gewicht direkt und dem Quadrat des Radius umgekehrt proportional, also

$$D = \frac{G}{R^2}$$

Bei der Berechnung dieses für jedes Element spezifischen Faktors erhält man folgende Werte:

Element	Atom-volumen	Bildungs-wärme der Chloride	Element	Atom-volumen	Bildungs-wärme der Chloride
H	5·5	220	Zn	9·5	486
Li	11·9	938	As	13·3	238
Be	4·3	—	Se	18·5	111
B	4·1	347	Br	25·1	—
C	3·4	54	Rb	56·3	—
Na	23·7	976	Sr	34·5	923
Mg	13·3	755	Mo	11·1	—
Al	10·1	537	Ag	10·3	294
Si	11·4	—	Cd	13·0	466
P	17·0	252	Sn	16·2	404
S	15·7	72	Sb	17·9	304
Cl	25·6	—	Te	20·3	193
K	45·5	1043	J	25·7	—
Ca	25·3	849	Cs	70·6	—
V	9·3	—	Ba	36·5	973
Cr	7·7	—	Pt	9·1	—
Mn	7·7	560	Au	10·2	76
Fe	6·6	410	Hg	14·8	266
Ni	6·7	372	Tl	17·2	486
Co	6·7	382	Pb	18·2	414
Cu	7·1	258	Bi	21·2	303

Li	Be	B	C	N	O	F			
3·5	8·9	11·1	13	—	—	—			
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl			
7·3	11·1	15	14·3	12·2	13·3	10·6			
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni
7·9	12·1	—	—	30·2	35·2	36·3	41·4	42·9	42·7
Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br			
43·7	37·7	—	—	34·7	29·3	24·1			
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo		Ru	Rh	Pd
15·1	21·4	—	—	—	49·7		—	—	—
Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I			
59·1	52·4	47·9	47·6	45·7	44·6	37·7			
Cs	Ba	La	Ce						
20·2	32·3	—	—						
		Yb		Ta	V				Pt
		—		—	—				117
An	Hg	Tl	Pb	Bi	U				
107·8	86.5	79·5	77·6	70·1	122				

Mit verhältnismäfsig geringen Ausnahmen zeigt sich in den vorstehenden Befunden ein Parallelismus zwischen dem Faktor $\frac{G}{R^2}$ und der Wertigkeit, wenn man die Horizontalreihen für sich betrachtet, was aber nur besagt, dafs das Atomvolumen mit zunehmender Wertigkeit abnimmt. Immerhin läfst sich daraus folgern, dafs das Hauptmoment für die Wertigkeit in der Energie der Teilchen begründet ist. Sucht man, hievon ausgehend, weiter nach den Bedingungen für die verschiedene Wertigkeit der Elemente, so darf man den Einflufs der Temperatur nicht übersehen, denn dieser kann die Wertigkeit ein und desselben Elementes ganz erheblich verändern. Zum Nachweis dieses Einflusses läfst sich eine Reihe von Beispielen finden, von denen hier uur cinige wenige erwähnt werden sollen:

Der Schwefel verbrennt zu schwefliger Säure, da seine hohe Verbrennungstemperatur die Bildung von Schwefelsäureanhydrid nicht zuläfst; auf kaltem Weg läfst er sich jedoch sehr leicht vollkommen in Schwefelsäure überführen.

Leitet man Chlor in der Kälte in Kalilauge, so entsteht unterchlorigsaures Salz, in der Wärme dagegen wird chlorsaures Salz erzielt. Ähnlich verhalten sich Brom und Jod.

Wasserstoffhyperoxyd entsteht nur bei niederer Temperatur, während sich Wasser bei den höchsten Hitzegraden bildet.

Bei der Verbrennung von Arsen wird nur arsenige Säure erzeugt, die sogenannte gesättigte Arsensäure dagegen wird auf kaltem Weg erzielt.

Auch die verschiedenen Oxydationsstufen des Stickstoffs und das Ammoniak zeigen verschiedene Temperaturgrenzen, innerhalb welcher sie sich einzig bilden können.

Im Allgemeinen giebt sich der Grundzug zu erkennen, dafs bei höchster Temperatur die Verbindung mit niederer Wertigkeit entsteht. Diese Thatsache deckt sich aber vollständig mit den aus der Form der Volumenkurve zulässigen Folgerungen, denn auch dort ist höchste Energie der Teilchen durch geringe Wertigkeit ausgezeichnet. Die Wertigkeit ist somit abhängig von der Energie der sich verbindenden Einzelteilchen, da bei grofser Energie der Dissociationspunkt der Verbindung sehr tief zu liegen kommt, so dafs weitere Aufnahme von Energie durch Verbindung mit weiteren Teilchen ausgeschlossen ist. Fafst man hiebei die Dissociation als ein Sieden innerhalb der Molekel auf, so wird der Energieeinfluſs und der der Temperatur sofort klar.

Zum Schluſs dieses Gedankenganges muſs auch darauf hingewiesen werden, dafs viele Elemente, je nachdem sie mit Wasserstoff oder mit Sauerstoff verbunden sind, verschiedene Wertigkeit besitzen und zwar die höhere Wertigkeit in Verbindung mit Sauerstoff, was sich wieder einfach daraus erklärt, dafs bei der Verbindung mit dem schwereren Sauerstoff ein gröfseres Anziehungsmoment in die Verbindung aufgenommen wird, als bei dem leichten Wasserstoff. Ferner sei noch bemerkt, dafs die Besprechung der exothermischen Reaktionen nur deshalb vermieden ist, weil sie nicht unbedingt in den Rahmen dieser Skizze gehört. Auf obige Folgerungen haben jedoch jene scheinbar unregelmäfsigen Reaktionen keinen Einfluſs.

IX. Kapitel.

Elektrolyse.

Gleich einer Reihe von Festkörpern vermögen auch gewisse Gattungen von Flüssigkeiten die Elektrizität zu leiten, setzen aber diesem Energiedurchgang, ebenso wie die festen Leiter, einen gewissen Widerstand entgegen, der um so gröfser wird, je länger die zu durchlaufende Flüssigkeitsschicht ist, dagegen umgekehrt abnimmt mit der Vergröfserung des Querschnittes. Die Gleichheit der Bedingungen für die Gröfse der Leitfähigkeit fester und flüssiger Leiter läfst auf gleiche Ursache in beiden Fällen schliefsen.

Je länger die Schicht des Leitungsmittels ist, desto mehr leitende Teilchen kommen innerhalb des Abstandes der Polplatten zu liegen, desto

öfter mufs daher der Ausgleich, welcher die Leitung darstellt, erfolgen, und damit wächst der Widerstand.

Umgekehrt verhält es sich jedoch mit dem Querschnitt. Je gröfser dieser wird, desto mehr Energie häuft sich bei einmaliger Ladung auf demselben an, so dafs die Übertragung einer bestimmten Elektrizitätsmenge dadurch verhältnismäfsig erleichtert wird, indem der Ausgleich in der Längsrichtung des Leiters entsprechend seltener erfolgt.

Die flüssigen Leiter sind nun zweierlei Art, mit ganz verschiedenem Leitungsmechanismus.

Zu der einen Gruppe gehören das Quecksilber, sowie die geschmolzenen Metalle und Salze, während die andere Abteilung die Lösungen von Salzen oder Elektrolyten umschliefst.

Sämtliche Metalle im Schmelzflufs und ein Teil der geschmolzenen Salze leiten die Elektrizität gleich den Festkörpern und zwar wegen der ihnen eigentümlichen hohen inneren Reibung und Oberflächenspannung. Ruft man an einer Stelle Oberflächenspannungsverminderung durch Auseinanderrücken der Teilchen mit Hilfe eines positiv geladenen Körpers hervor, so verbreitet sich diese Energiezufuhr — wenn auch nicht momentan, sondern allmählich über die ganze Schmelze. Die Hervorbringung einer Oberflächenspannungsverminderung hat aber als Voraussetzung, dafs die, unter der Oberflächenschicht gelegenen Teilchen keine vollkommen freie und leichte Beweglichkeit besitzen, da sonst diese Teilchen der sich entfernenden Oberflächenschicht im früheren Abstand folgen und dadurch nur ein Vorrücken des ganzen flüssigen Körpers, nicht aber eine Oberflächenspannungsverminderung bewirken würden. Zur Ausbreitung der Ladung über die ganze Schmelze ist aber die Möglichkeit des Wegrückens der Oberflächenschicht nötig und zwar auf Grund der hohen inneren Reibung der Schmelzen. Der andere oben geschilderte Fall des Nachrückens der ganzen Flüssigkeit bei einer Zugwirkung auf die Oberfläche tritt nur bei Lösungen infolge ihrer leichten Beweglichkeit ein. Dabei bleibt der Abstand der Lösungsteilchen nach wie vor der gleiche, eine normale Leitung wie bei Festkörpern ist nicht möglich, und es ist, wenn Strom entstehen soll, das Vorhandensein eines Elektrolyten unbedingt notwendig. Während z. B. ganz reines Wasser keine Leitfähigkeit besitzt, ergiebt sich sofort eine solche, wenn auch nur eine Spur eines Elektrolyten zu gesetzt wird.

Bevor dem Mechanismus der Übertragung von Elektrizität in Lösung näher getreten werden kann, mnfs die Beeinflussung des gelösten Körpers durch das Lösungsmittel noch etwas genauer betrachtet werden, als es in Kapitel IV möglich war.

Zunächst wird hier nur von verdünnten Lösungen die Rede sein, also von Lösungen, bei welchen das Lösungsmittel der Menge nach im grofsen Überschufs gegenüber dem gelösten Elektrolyten vorhanden ist

und zwar, weil die einschlägigen Gesetze über Osmose und Diffusion nur für äufserst verdünnte Lösungen volle Giltigkeit haben.

In der verdünnten Lösung ist der Elektrolyt gleichmäfsig verteilt, steht dadurch hauptsächlich unter dem Anziehungseinflufs der ihn umgebenden Wasserteilchen, und das ganze System befindet sich im Gleichgewicht. Wie nun in Kapitel IV nachgewiesen wurde, vermögen die Wasserteilchen eine Trennung des Elektrolyten in seine Jonen zu bewirken, welche aber als keine vollständige aufzufassen ist, sondern wieder nur auf einem Gleichgewichtszustand beruht, herbeigeführt durch die Gleichheit der trennenden und zusammenhaltenden Kräfte. Auf diese Weise rücken die Jonen lediglich auseinander, ohne dabei jeden Anziehungseinflufs aufeinander zu verlieren. Entfernen sich in wässeriger Lösung die beiden, immer noch mit einer gewissen gegenseitigen Anziehung behafteten Jonen von einander, so lagern sich Wasserteilchen zwischen dieselben ein bis zur Erreichung eines Gleichgewichtszustandes.

Jeder Elektrolyt besitzt nun im festen Zustand einen gewissen Energieinhalt seiner Molekeln und deren Jonen, der für jedes in ihm verbundene Elementarteilchen, mit wenig Ausnahmen, kleiner ist als im freien, elementaren Zustand. Jedes Jon besitzt aber auch einen gewissen Druck nach aufsen, der nach den Anschauungen über Chemie für die verbundenen zwei Jonen gleich sein mufs, wenn dieselben gleiche Wertigkeit besitzen. Die Energie der Jonen ist nun bei gleicher Temperatur in deren Gewicht, Schwingungsweite und Schwingungszahl begründet. Wenn daher auch noch der Druck der beiden Jonen übereinstimmen soll, so kann das Volumen nur mehr vom Gewicht abhängig sein und zwar so, dafs dem gröfseren Gewicht auch gröfseres Volumen entspricht. Die Gleichheit des Druckes in Lösung wird aber beeinflufst, einmal durch die chemische Zusammensetzung und deren Gesetze bei der Entstehung von Verbindungen, anderseits durch den Umstand, dafs die ganze Flüssigkeit gleiche Oberflächenspannung und damit wieder gleichen Druck aller Teilchen besitzt. Rechnet man hiezu noch die Thatsache, dafs äquivalente Lösungen gleiche Oberflächenspannung und gleichen osmotischen Druck aufweisen, so geht daraus hervor, dafs in äquivalenter, verdünnter Lösung alle Jonen, wie sie auch heifsen mögen, unter dem gleichen Drucke stehen, diesem jedoch einen ebenso grofsen, gleichen Druck entgegensetzen und sich daher in einem vergleichbaren Normalzustand befinden.

Damit dieser Zustand erreicht werden kann, mufs natürlich das Volumen entsprechende Veränderung erleiden und zwar wird das schwerere Jon ein gröfseres, das leichtere dagegen ein kleineres Volumen besitzen. Es wird sich also damit ein und dasselbe Jon in äquivalenten Lösungen stets in ganz dem gleichen Zustand befinden, mit welch' anderem Jon es immer verbunden sein mag. Sind alsdann verdünnte Lösungen vorhanden, so ist auch der Unterschied in der Oberflächenspannung für verschiedene

Konzentrationen nur ein minimaler, so dafs leitende, dissozierte Jonen einander stets gleich sein müssen.

Betrachtet man schliefslich noch den Vorgang der Dissoziation in Bezug auf das Anziehungsverhältnis der Teilchen und den Einflufs des Jonengewichtes, so zeigt sich Folgendes: Je schwerer das hiebei in Frage kommende, einwertige Jonenpaar ist, desto gröfser ist die Anziehung zwischen den Jonen selbst, aber auch zwischen den Jonen und den Wasserteilchen. Die letztere Anziehung stellt aber die trennenden Kräfte dar, so dafs mit dem gröfseren Gewicht gröfsere zusammenhaltende, aber auch gröfsere trennende Kräfte verknüpft sind. Soartig entsteht dann für alle Jonen ein Normalzustand, der sich hauptsächlich bei Energieverschiebungen geltend macht, indem für jedes einwertige Jon, bei dessen Ausscheidung oder Bindung, die stets gleiche Energiemenge resultiert. In vollkommen dissozierter Lösung besitzen alle gleichwertigen Jonen gleichen Druck und dementsprechendes Volumen. Da nun bei den Elementen und Jonen mit grofser Energie, d. h. grofsem Gewicht vom elementaren Zustand bis zu jenem gleichen Normaldruck nur ein geringer Abstand ist im Vergleich zu dem der weniger energischen Elemente, so ergiebt sich, da die Gröfse des Druckes nach aufsen, sowie der Einflufs des Weges proportional sind, die gleiche Arbeitsleistung, die gleiche Energieverschiebung. Diese Energie mufs nun ihrerseits bei der Anlagerung an der Anode oder Kathode, also beim Übergang in den elementaren Zustand, wieder zu Tage treten, wodurch sich die Gleichwertigkeit der einwertigen Anione und Kathione, in Bezug auf die von ihnen aufgenommene oder abgegebene Energiemenge und damit ihre elektrolytische Gleichwertigkeit in einfacher und natürlicher Weise erklären läfst. Aber auch folgende Überlegung kann für den gegebenen Fall als beweiskräftig gelten.

Wird ein in Lösung befindliches Jon in freien Zustand versetzt, so kommt es dabei in die Anziehungswirkung gleicher, freier Jonen und dehnt sich folgedessen aus. Diese Ausdehnung, die um so gröfser wird, je kleiner das Volumen im gebundenen Zustand war und je geringer die Anziehung der Jonen im freien Zustand ist, stellt nun den Weg dar, über welchen eine Kraft Arbeit leistet, und diese eine Ausdehnung herbeiführende Kraft ihrerseits ist um so gröfser, je schwerer das Jon ist. Hält man nun Kraft und Weg zusammen, so besitzt das schwerere Jon die gröfsere Kraft, während das leichtere Jon geringere Kraft bei gröfserem Weg aufweist.

Ist auch damit zunächst noch kein vollgiltiger Beweis geliefert, so kann doch die Überlegung zu einem solchen führen; im Übrigen erklärt das Gesagte die Gleichheit der frei werdenden oder aufzuwendenden Energie beim Übergang einwertiger Jonen vom verbundenen zum freien Zustand und zeigt, dafs diese Gleichheit nur eine Folge des Normalzustandes ist, in dem sich alle dissozierten Jonen in Lösung befinden.

Wichtig für den Vorgang der Leitung selbst sind nun die beiden Elektroden, deren Beschaffenheit für die Anode und Kathode gerade ent-

gegengesetzt ist, da die Anode eine Oberflächenspannungsverminderung erfährt, während die Kathode zusammengedrückt wird.

Durch diesen Vorgang ist die Anode bestrebt, sich zusammenzuziehen und ihren labilen Zustand zu verlassen, wobei sie Energie abgeben oder in andere Form umwandeln mufs. Die Energieabgabe aber wird nach der Flüssigkeit hin erfolgen und da keine einfache Oberflächenspannungsverminderung stattfinden kann, mufs der Elektrolyt für die Übertragung sorgen.

Ganz anders liegen die Verhältnisse an der Kathode. Diese hat bezüglich ihres Volumens und ihrer Temperatur Energiemangel und ist dadurch gleichfalls in einem labilen Zustand, der aber hier Ausdehnung mit Energiezufuhr heischt. Die Kathode wird sich daher Energie zu verschaffen suchen und zwar auf Kosten des Elektrolyten, da sie vom Lösungsmittel nicht zu erhalten ist. Der Elektrolyt in seiner gleichmäfsigen Verteilung entspricht daher einem Leiter erster Klasse und bildet gleichsam einen starren Körper in der Flüssigkeit.

Nun mufs man sich noch die sehr wichtige und schwer zu beantwortende Frage vorlegen: Auf Kosten welcher Vorgänge werden die Elektroden von ihrer Energie befreit oder mit solchen versehen, und ferner, wie wird die Energiewirkung von der Anode zur Kathode übertragen?

Beide Vorgänge sind total von einander zu trennen und gehören zwei ganz verschiedenen Gebieten an, daher soll zunächst die Entladung der Anode und darauffolgend die Ladung der Kathode zur Besprechung kommen.

Der an der Anode vor sich gehende Prozefs bewirkt entweder die Ausscheidung eines Säurerestes, also eines Metalloides, oder aber die Auflösung eines Metalles, und diese beiden Vorgänge müssen gleichwertig und dem Sinne nach gleich gerichtet sein, da sie ja beide einen Energieverlust der Anode herbeiführen.

An der Kathode hinwiederum findet fast durchgängig die Ausscheidung von Metall oder von entsprechenden Radikalen statt.

Wählt man als Beispiel die Zersetzung von Kupfervitriol zwischen zwei Kupferplatten, so wird für jedes an der Anode gelöste Kupferatom ein entsprechendes an der Kathode frei, so dafs der Übergang vom elementaren Kupfer zum gelösten in Bezug auf Energiemenge mit der elementaren Ausscheidung des Metalles an der Kathode gleichwertig ist. Eine direkte Erwärmung der Elektroden tritt bei diesem ganzen Vorgang nicht ein.

Wendet man als Anode ein unlösliches Platinblech an, so wird an derselben für jedes an der Kathode gefällte Atom Kupfer ein Schwefelsäurerest frei. Dafs die beiden Vorgänge der Ausscheidung eines Kupferatoms und eines Schwefelsäurerestes der Energiegröfse nach gleichwertig sind, ist schon weiter oben erläutert worden, dafs aber die Ausscheidung des Schwefelsäurerestes gleich viel Energie verbraucht, als die Lösung eines Kupferatoms und umgekehrt dieselbe Energiemenge

frei wird, wenn ein Kupferatom ausgeschieden wird, bedarf noch der Erklärung.

Die beiden an der Anode, wie an der Kathode vor sich gehenden Prozesse haben einen jeweilig mit Energieverschiebung verbundenen Übergang vom elementaren in den chemisch gebundenen und gelösten Zustand oder umgekehrt zur Folge. Bei chemischen Vorgängen äufsert sich die Arbeitsleistung, beim Übergang eines Zustandes in den andern, als Temperaturänderung. Anders verhält es sich dagegen bei der Elektrolyse, denn die Beobachtungen ergeben, dafs weder an der Anode noch an der Kathode Wärme frei oder gebunden werden kann, wenn man von jener Abstand nimmt, welche durch den Leistungswiderstand in der ganzen Flüssigkeit erzeugt wird. Hält man sich diesen Umstand vor Augen, so zeigt sich eine grofse Ähnlichkeit mit der Volumenkurve des periodischen Systems, da hier wie dort der Ausgleich von Energiezufuhr oder Energieverlust bei gleicher Temperatur durch Volumveränderung erfolgt.

Die Lage der Metalle und Metalloide auf der Volumenkurve ist nun eine entgegengesetzte, denn während jene auf den absteigenden Ästen liegen, finden sich diese, die Säurereste, auf der aufsteigenden Bahn. An eine Zufälligkeit dieser Lagerung ist dabei kaum zu denken, und da der Charakter der Jonen für die Elektrolyse von besonderer Wichtigkeit ist, so kann gerade die Anordnung der Elemente auf der Volumenkurve Licht auf die verschiedene Wirkung von Metall und Metalloid an der Anode werfen.

Kehrt man die in Kapitel VII bewiesene Annahme um, so ergiebt sich für die auf dem absteigenden Kurvenast liegenden Metalle, dafs bei gleichbleibender Temperatur eine Zusammenziehung oder Zusammendrückung unter Energieverbrauch erfolgt. Dehnt sich dagegen ein Metall ohne Temperaturveränderung aus, so mufs dieser Vorgang unter Freiwerden von Energie vor sich gehen. Anders liegt der Fall für die Metalloide und Säurereste, die sich, soweit sie Elemente sind, auf dem aufsteigenden Kurvenast befinden, so dafs ihre Volumvergröfserung, bei gleichbleibender Temperatur, einem Energieverbrauch entspricht, ihre Zusammenziehung dagegen nur unter entsprechender Energieabgabe erfolgen kann. Der Übergang vom elementaren zum verbundenen Zustand hat aber fast immer eine Zusammenziehung zur Folge, so dafs an der Anode nachstehende Vorgänge stattfinden können:

1) Entweder findet Lösung, also Volumverkleinerung von Metall und damit Energieverbrauch statt, oder

2) es wird ein Metalloid resp. ein Säurerest frei, womit eine Volumvergröfserung und dadurch ebenfalls ein Energieverbrauch verbunden ist.

An der Kathode hingegen wird Metall ausgeschieden und dabei ausgedehnt, was einen Energiegewinn vorstellt, der auf die Kathode übergeht.

Es wird also durch Lösung von Metall oder durch Ausscheidung von Metalloid an der Anode die letztere entladen, während die Kathode durch die Abscheidung von Metall eine entsprechende Ladung erfährt.

Wie aber wird die Einwirkung an der Anode auf die Kathode durch die Lösung hindurch übertragen?

Der Widerstand wächst mit zunehmender Länge der Flüssigkeitssäule, daher mufs durch die Lösung hindurch eine Energieübertragung erfolgen, die von der Anode ausgehend erst an der Kathode die Ausscheidung von Metall ermöglicht. Von der Übertragung selbst kann man sich folgende — der Hauptsache nach schon bekannte — Vorstellung machen:

Die Jonen stehen mit den Wasserteilchen, aber auch mit benachbarten Elektrolytteilchen im Anziehungszusammenhang, so dafs ein System mit ausgeglichenen Anziehungen der Jonen und Wasserteilchen besteht. Durch diese allseitige Anziehung nimmt nun jedes Jon einen bestimmten Gleichgewichtspunkt ein, der den anderen Jonen gegenüber starr erscheint, was jedoch nur zutrifft, wenn die Bewegung und Verschiebung von Flüssigkeitspartien für gröfsere, sichtbare Mengen gedacht ist. Jede Verschiebung eines solchen Komplexes wird allerdings neue Gleichgewichtslagen hervorrufen, so dafs nur für ganz kurze Zeit jene oben erwähnte Starrheit besteht, aber gerade lange genug, um eine elektrische Energieübertragung zuzulassen. Wird nämlich in diesem System an der Anode ein minus Jon elementar oder frei ausgeschieden, so findet dadurch eine Störung des Gleichgewichtes statt, die in ihrer Wirkung einer, an eben dieser Stelle erzeugten Oberflächenspannungsverminderung ähnelt. Das zurückgebliebene zugehörige positive Jon ist für sich nicht mehr existenzfähig, da es auf alle Fälle die Flüssigkeit verhindern würde, den anfänglichen Gleichgewichtszustand der Teilchen wieder herzustellen. Deshalb bemächtigt es sich des nächsten negativen Jon's und gelangt mit ihm in den Gleichgewichtszustand. Dieser Vorgang setzt sich nun, durch das jeweilig unverbundene Jon veranlafst, bis an die Kathode fort, wo ein positives Jon frei wird, dessen sich die Kathode bemächtigt. Würde das erste positive Jon an der Anode frei bleiben, so müfste es mit dem nächsten gleichen freien Jon, unter Bildung freien elementaren Stoffes, eine rückläufige Bewegung verursachen, so dafs eine Leitung der Elektrizität unmöglich wäre.

Dieser Austausch der Jonen kann ziemlich rasch erfolgen, da alle Teilchen einem neuen Stabilitätspunkt zueilen. Durch die fortgesetzte Trennung und Wiedervereinigung wird natürlich Arbeitsfähigkeit verbraucht, was sich an der Anode geltend macht, indem erst nach entsprechender Ausscheidung an der Kathode, die Erzeugung eines freien Jons an der Anode möglich wird. Je gröfser nun der Querschnitt der Polplatten ist, desto mehr solcher Ausscheidungen können auf einmal erfolgen, und desto weniger oft mufs, bei gleicher Länge und gleicher übertragener Energiemenge, der Austausch im Innern der Flüssigkeit pro Querschnitt statt-

finden. Jeder einzelne Austausch benötigt aber eine bestimmte Spannung, die verloren geht und als Wärme in der Lösung angehäuft wird. Der Energieverbrauch in der Lösung selbst hat, ebenso wie bei festen Leitern, direkt keinen Einfluſs auf die an der Anode durch Ausscheidung verbrauchte und an der Kathode wiedergewonnene Energie.

Zum Schlusse soll auch noch der sogenannten Jonenwanderung kurz Erwähnung gethan werden. In Müller Pouillet Lehrbuch der Physik*) ist der Nachweis enthalten, daſs durch geladene Elektroden in einem, durch eine halbdurchlässige Wand getrennten, mit gleicher Flüssigkeit gefüllten Raum, auch ohne merkliche Zersetzung, ein osmotischer Druck entsteht und zwar auch zwischen ganz einheitlichen Flüssigkeiten, wie z. B. Wasser und Wasser. Da dieser Druck oder Zug von der Anode zur Kathode geht, so ist der Schluſs berechtigt, daſs am positiven Pol die Oberflächenspannung geringer ist, als am negativen Pol und daſs daher ein Zug seitens der Kathode ausgeübt wird, dem kein gleich groſser, sondern ein kleinerer von Seite der Anode gegenübersteht. Diese Annahme deckt sich nun ohne weiteres mit der Behauptung, daſs Potentialerhöhung Oberflächenspannungsverminderung ist; denn die Osmose erfolgt ja entsprechend der Oberflächenspannungsdifferenz.

Das Gleiche hat aber auch für die Diffusionsvorgänge Giltigkeit.

In Ostwalds Lehrbuch der allgemeinen Chemie**) findet sich die Stelle:

> »Das Problem der Bestimmung der Diffusionskonstante ist von F. H. Weber mit Hilfe eines neuen Meſsprinzips gelöst worden. Tauchen zwei Zinkplatten in zwei verschieden konzentrierte Lösungen von Zinksulfat ein, die unter sich durch eine poröse Wand oder dergleichen in Verbindung stehen, so entsteht zwischen den Platten eine elektromotorische Kraft, die bei geringem Konzentrationsunterschied diesem selbst proportional ist.« . . . .
>
> »Die elektromotorische Kraft, welche zwischen beiden Platten entstand, war ein Maſs des Konzentrationsunterschiedes; wie dieser sich allmählich durch Diffusion ausglich, nahm die elektromotorische Kraft ab.«

Mit diesen Sätzen wird nach der früher gegebenen Auffassung des Potentialunterschiedes als osmotischer Druck zwischen zwei Leitern nur gesagt, daſs die elektromotorische Kraft und bei gleichem Widerstand auch der Potentialunterschied direkt proportional dem Unterschied der Oberflächenspannungsgröſse an beiden Zinkplatten ist. Mit anderen Worten: Die konzentrierte Lösung übt auf die Zinkplatte eine stärkere Anziehung aus, als die verdünnte Lösung und erzeugt dadurch ein höheres Potential, das sich in Form von Strom auf die andere Zinkplatte überträgt.

---

*) Ostwald Lehrbuch. 2. Aufl. I. 681.

**) Müller Pouillet Physik. 9. Aufl. III. 566.

Auch diese Behauptung läfst sich wieder rechnerisch verfolgen, indem man die Anziehung verschiedener Zinksulfatlösungen gegenüber Zink pro Flächeneinheit bestimmt.

Zur Berechnung dienen folgende Zahlen:

				G	V	R	X
1) Lösung m.	2	Grammolekeln	= 322 g $ZnSO_4$ p. Lit.	23	20·1	1·687	11·1
2) »	1	»	= 161 » »	20·5	19·2	1·661	11·5
3) »	0·1	»	= 16·1 » »	18·3	18·3	1·635	11·9
4)			Wasser	18·0	18·0	1·626	12·—

Die Zahlen sind nach der, schon früher gebrauchten Annahme berechnet, dafs die Lösung aus lauter gleichen Molekeln mittleren Gewichtes und mittleren Volumens bestehe.

Als Anziehungswerte der Lösung gegenüber Zink sind folgende Zahlen gefunden worden:

Lösung 1) zieht Zink an mit 28·75 Einheiten
» 2) » 27·02 »
» 3) » 25·47 »
» 4) » 25·43 »

Die entgegengesetzte Anziehung von Seite des Zinks auf die Lösungen ist hiebei unberücksichtigt gelassen.

Vorstehende Zahlen lassen erkennen, dafs die stärkste Anziehung seitens der konzentriertesten Zinklösung erfolgt. Geringer ist schon diejenige der Lösung mit einer Grammolekel Gehalt, und kaum merklich verschieden von der des Wassers ist die Anziehung der Lösung 3. Das Potential, das die Zinkplatte jeweils erhält, ist aber der Anziehung proportional. Entsteht daher eine ganz einheitliche Lösung, sei es durch mechanische Eingriffe, sei es durch Diffusion, so mufs an der einen, wie an der anderen Zinkplatte die gleiche Anziehung ausgeübt und dadurch die Potentialdifferenz gleich null werden.

Zu einer weiteren Erklärung des Zusammenhanges von Elektrizität und Osmose soll noch ein anderer, ebenfalls im Ostwalds'chen Lehrbuch der allgemeinen Chemie*) beschriebener Versuch Erwähnung finden.

Zwei Zinkplatten werden in bestimmter Entfernung in eine Zinksulfatlösung getaucht und Strom in einer Richtung hindurch geleitet. Dadurch wird an der Anode Zink aufgelöst, also die Lösung konzentrierter, an der Kathode dagegen wird Zink ausgeschieden und damit eine Verdünnung bewirkt. Öffnet man jetzt den Strom und verbindet dann die beiden Polplatten, ohne Einschaltung einer Stromquelle, so tritt ein umgekehrter Konzentrationsstrom auf, der durch Diffusion unterhalten wird. Durch die Ausscheidung von Zink an der Kathode im Zusammenhang mit der Thatsache, dafs an der Anode eine höhere Konzentration auftritt, mufs als er-

*) Oswald Lehrbuch. 2. Aufl. I. 682.

wiesen betrachtet werden, dafs an der Anode mehr Zink in Lösung ging, als durch Jonenwanderung fortbewegt wurde. Auf diese Art entstand dann ein Konzentrationsgleichgewicht, indem der Oberflächenspannungsüberschufs, der durch das Potential erzeugt wird, in der Anhäufung von Zinksulfat an der Anode seinen Ausgleich findet. Hört nun das Fliefsen des Stromes auf, so ist der solcherart geschaffene Gleichgewichtszustand durch den Wegfall der elektrischen Spannungswirkung gestört, und der Konzentrationsunterschied ruft einen Gegenstrom hervor. Hieraus aber ist ersichtlich, dafs die Jonenwanderung bei der Elektrolyse nur eine untergeordnete Rolle spielen kann.

Untersuchungen

an dem

Foraminiferengeschlecht Spiroplecta

im allgemeinen

und an Spiroplecta carinata d'Orb.

im besonderen.

Mit 6 Abbildungen.

Von

Erich Spandel.

Untersuchungen an dem Foraminiferengeschlecht Spiroplecta im allgemeinen und an Spiroplecta carinata d'Orb.*) im besonderen.

Nach C. G. Ehrenberg bezeichnet man diejenigen Foraminiferen, deren jüngerer Schalenteil aus wechselständigen Kammern, wie bei den *Textularien*, aufgebaut ist, deren ältester Schalenteil jedoch die Kammern in spiraliger Anordnung zeigt, mit *Spiroplecta*.

Die Gattung *Spiroplecta* umfaſste bisher nur wenige seltene Arten mit sandiger Schale. C. Davies Sherborn verzeichnet in: »An Index to the genera and species of the Foraminifera«, Washington 1893/6, nur neun sichere Arten, und zwar:

1) *Spiroplecta abyssorum Ehr.*,
2) » *americana Ehr.*,
3) » *annectens Parker u. Jones*,
4) » *biformis Parker u. Jones*,
5) » *capensis Ehr.*,
6) » *demersa Ehr.*,
7) » *nana Ehr.*,
8) » *praelonga Reuss*,
9) » *rosula Ehr.*,

während er die von Ehrenberg beschriebene *Sp. propendissima* als zweifelhaft bezeichnet. Diesen wenigen Arten dürfte die von M. Berthelin in dem »Memoire sur les foraminifères fossiles de l'étage albien de Montcley«, Paris 1880, unter »*Haplophragmium terquemi*« beschriebene zuzuzählen sein, trotzdem die Mündung der Endkammern eine endständige zu

*) Litteraturangaben über *Spiroplecta (= Plecanium, = Textularia) carinata d'Orb.*:

1826. D'Orbigny. Ann. Sci. Nat. VII. S. 263, Nr. 13.
1846. » Foram. Fossiles Vienne. S. 247, Taf. IV 32/34.
1851. Reuss, Über die fossilen Foraminiferen und Entomostraceen der Septarienthone v. Hermsdorf (*T. lacera* u. *T. attenuata*). S. 84/85, Taf. VI.
1860. » Beitr. z. Kenntnis d. tertiären Foraminiferen-Fauna. S. 59, Taf. VII, Fig. 87.
1865. » Die Foraminif., Anthozoen u. Bryozoen d. deutsch. Septarienthones. S. 157.
1864. Stache, Novara Exped., Geol. Teil. I. S. 271, Taf. XXIV 22a, b, c u. 21a, b, c.
1870. Schlicht, Foram. d. Septarienthons v. Pietzpuhl. S. 85, Taf. XXXIII.
1875. Hantken, Die Fauna der *Clavulina szaboi* Schichten. S. 66, Taf. XII, Fig. 2.
1878. » , Kohlenflötze etc. d. ung. Krone. S. 232, Fig. 52.
1884. Brady, Report Challenger. S. 360, Taf. XLII, Fig. 15, 16.
1884. Andreae, Abh. geol. Spezialk. Elss. Lothr. II. Heft 3, 199, 10.
1890. Steinmann, Elemente d. Palaeontologie. S. 26, Fig. 7e.

sein scheint. Berthelin bemerkt dazu: »Die Wechselständigkeit der vorderen Kammern scheint diese Art aus der Gattung *Haplophragmium* auszuweisen.«

Ich bin nun in der Lage, diese Gattung um eine Art zu vermehren. Es ist zwar eine alte Bekannte, aber auch gleichzeitig Verkannte, welche ich der Gattung *Spiroplecta* zuweisen mufs. Ich meine die häufig als Typus der Textularien abgebildete *Textularia (= Plecanium) carinata d'Orb.*

Man sollte es kaum glauben, wie lange sich Irrtümer auch in der Naturwissenschaft erhalten, und wie oft sie weitergetragen werden. 1826 bildete ab und beschrieb d'Orbigny zuerst diese Form in seinem »Tableau methodique de la classe des cephalopodes«, 1846 desgleichen in seinem Werke »Foraminifères fossiles du bassin tertiaire de Vienne«, da sie in den miocänen Ablagerungen des Wiener Beckens häufig vorkommend nachgewiesen wurde; später identifizierte man mit der miocänen Form die in dem mitteloligocänen *Rupelthon* des Mainzer Beckens und desselben Thones bei Hermsdorf bei Berlin und Pietzpuhl bei Magdeburg, sowie die in dem oberoligocänen Meeressande vom Doberge bei Bünde häufig vorkommenden gleichgestalteten Gehäuse. Lebend wurde diese Art nachgewiesen im Mittelmeer, an der Westküste Afrikas, am Cap der guten Hoffnung und im Stillen Ocean an der Küste der Philippinen. Reuss glaubte erst zwischen den miocänen und den oligocänen Formen Unterschiede wahrzunehmen und nannte die letzteren, zwei Abänderungen unterscheidend, *Text. lacera* und *Text. attenuata;* später erklärte er jedoch die oligocänen Formen übereinstimmend mit den miocänen und lebenden. Erst neuerdings (1884) beschrieb und bildete A. Andreae diese Art aus dem mitteloligocänen *Rupelthon* aus Elsass ab und A. Hosius unterzog (1894) die Foraminiferen des *Ober-Oligocäns* vom Doberge bei Bünde einschliefslich der *Textularien* einer Revision, ohne darauf aufmerksam zu werden, dafs diese Gehäuse nicht ganz der d'Orbigny'schen Diagnose von *Textularia* entsprechen.

Bei einer von mir begonnenen Revision der Foraminiferen des Mainzer Beckens, bei der auch die d'Orbigny'sche *Textularia (= Plecanium) carinata* einer genauen Prüfung unterzogen wurde, stellte es sich zu meiner Überraschung heraus, dafs die zu wiederholtem Male abgebildeten und beschriebenen Gehäuse dieser Art nicht uniform, sondern biform sind. Es sind nämlich die ersten 6 oder 7 Kammern spiralig aufgerollt und erst dann beginnt die wechselständige textularienartige Aneinanderreihung derselben. Es gehört also diese Form nicht in die Gattung *Textularia,* sondern in die Gattung *Spiroplecta.*

Ich untersuchte hierauf die Formen der gleichen Ablagerung von Pietzpuhl bei Magdeburg, Hermsdorf bei Berlin und Sulz in Unter-Elsass, und konnte denselben biformen Aufbau, wie bei den Stücken aus dem Mainzer Becken feststellen. Weiter untersuchte ich Stücke dieser Art aus dem oberoligocänen Meeressand vom Doberge bei Bünde und

aus einem grauen, sandigen, miocänen Mergel von Baden bei Wien und Lapugy, und konstatierte bei denselben gleiche Verhältnisse des Aufbaues.

Den Meeressand vom Doberge erhielt ich durch Herrn Rektor E. Lienenklaus in Osnabrück, den Mergel von Lapugy von Herrn Prof. Dr. F. Kinkelin in Frankfurt a/M. und den *Rupelthon* von Sulz a/W. in Unter-Elsass von Herrn August Herrmann daselbst. Ich sage genannten Herren an dieser Stelle besten Dank dafür.

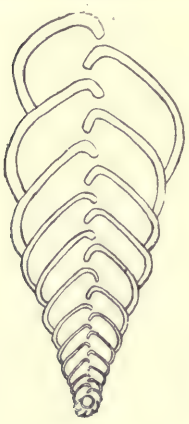
Ich halte es nötig zu bemerken, dafs sich die Stücke aus dem mittel-oligocänen *Rupelthon* am besten zur Feststellung der Aufbauverhältnisse eignen. Sie sind am feinkörnigsten, der embryonale Teil des Gehäuses ist fast immer gut erhalten, und nach Einbettung in Balsam oder Glycerin werden die Gehäuse meist so durchsichtig, dafs man die Anordnung der Kammern bei durchfallendem Lichte gut studieren kann. Bei den Stücken aus dem Meeressande von Bünde und aus dem Mergel von Lapugy und Baden ist der Nachweis des Aufbaues des embryonalen Teiles schwieriger, da dieselben grobsandiger sind und deshalb das Licht meist ungenügend durchfallen lassen, und da der älteste Teil der Gehäuse auch meist beschädigt ist. Aber der Nachweis gelingt auch hier bei gröfserem Material und zweckmäfsiger Auswahl der Stücke, von welchen nötigenfalls Dünnschliffe herzustellen sind. Die Folgen des gröberen Baumaterials scheinen geringere Festigkeit des Gehäuses und geringere Widerstandsfähigkeit gegen die Bewegung des Wassers zu sein.

Es war bereits A. Reuss aufgefallen, dafs die Gehäuse aus dem Gebiete des Mainzer Beckens, also aus dem *Mittel-Oligocän*, mehr die Zungenform haben und der Kielsaum nicht oder nur schwach entwickelt ist, während die aus den oberoligocänen und miocänen Ablagerungen mehr die Keilform mit stark entwickeltem Kielsaum zeigen. Reuss fafste bekanntlich die zungenförmigen Stücke mit schwachem Kielsaum ursprünglich als besondere Art auf, die er als *Text. attenuata* bezeichnete; später zog er diese Art jedoch wieder ein, da sich alle Übergänge von der einen Form in die andere, ebenso vom schwachen bis zum starken, gezähnten Kielsaum finden.

Figur 1.
Spiroplecta carinata, $\frac{50}{1}$ aus dem *Rupelthone* von Offenbach a/M. mit grofser Embryonalkamm (A-Form) ohne Flügelsaum. Längsschnitt.

Bei sorgfältiger Betrachtung einer gröfseren Anzahl Gehäuse von *Spiroplecta carinata* kann man leicht die Thatsache feststellen, dafs diese in zwei Formen auftreten, die nach verschiedenen Gesetzen aufgebaut sind. Die eine Form (Figur 1) geht aus einer gröfseren, kugeligen Primordialkammer hervor, der entsprechend gröfsere Kammern, sowohl in der Länge als Breite, folgen, so dafs bald die Kammermaximalgröfse dem Inhalte nach erreicht ist und die dann folgenden Kammern eine wesentliche Vergröfserung nicht mehr zeigen. Hierdurch entsteht eine mehr zungenförmige Gestalt Die

Kammermaximalzahl ist bei dieser Form früher erreicht als bei der anderen; diese Gehäuse erreichen im Maximum 25 Kammern.

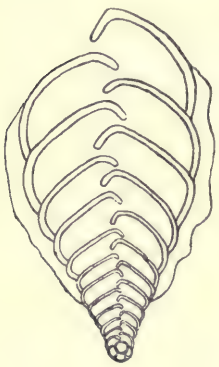


Figur 2.
Spiroplecta carinata, $\frac{50}{1}$
aus d. *Rupelthone* von Offenbach a/M. mit kleiner Embryonalkamm. (B-Form) ohne Flügelsaum. Längsschnitt.

Die andere Form (Figur 2) entwickelt sich aus einer wesentlich kleineren, kugeligen Primordialkammer, der entsprechend grofse Kammern mit steter Zunahme folgen. Erst bei viel gröfserer Kammerzahl, als bei der vorigen Form, wird die Maximalgröfse der Kammern erreicht. Hierdurch entsteht ein keilförmiges Gehäuse. Die Maximalkammerzahl dieser Form beträgt etwa 32.

Diese Erscheinungen zeigen grofse Ähnlichkeit mit dem von Meunier-Chalmas und C. Schlumberger beschriebenen Dimorphismus bei den *Miliolíden*, und wird ohne Zweifel der Letztere diese Unterschiede als eine Äufserung des Dimorphismus betrachten. Derselbe schrieb mir vor nicht langer Zeit, dafs er die ähnlichen Unterschiede der von mir beschriebenen *permischen Geinitzina cuneiformis* und *G. acuta* ebenfalls als Äufserungen eines solchen betrachte.

Der Durchmesser der Embryonalkammer bei den einzelnen Gehäusen von *Sp. carinata* aus dem mitteloligocänen *Rupelthon* schwankt ganz bedeutend und zwar zwischen 0,03 und 0,1 mm.



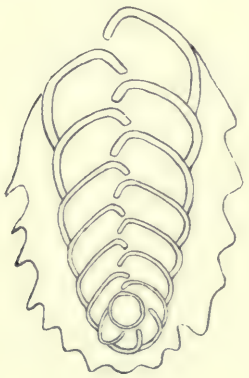
Figur 3.
Spiroplecta carinata, $\frac{50}{1}$
aus d. *Rupelthone* von Offenbach a/M. mit kleiner Embryonalkammer (B-Form) u. mit der 14. Kammer beginnenden Flügelsaum. Längsschnitt.

Ludwig Rhumbler hat auch bei anderen Foraminiferen-Arten den Durchmesser der Embryonalkammer der einzelnen Stücke sehr schwankend gefunden und glaubt, dafs derselbe an keine feste Grenze bei den einzelnen Formen gebunden ist. Es mufste mir deshalb daran liegen, festzustellen, ob die eine oder andere Form von *Sp. carinata* an feste Grenzen des Durchmessers gebunden sei. Die bei Stücken aus dem Mainzer Becken deshalb vorgenommenen Messungen ergaben, dafs die Keilform (B-Form) an den Durchmesser der Embryonal-Kammer von 0,03 bis 0,04 mm und die Zungenform (A-Form) an den von 0,05—0,06 mm gebunden ist.

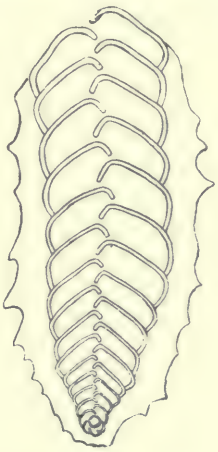
Die in dem *Rupelthone* des Mainzer Beckens sich findenden Gehäuse haben im allgemeinen kleinere Embryonalkammern; auch der Flügelsaum ist entweder gar nicht oder nur schwach entwickelt. Tritt ein Flügelsaum auf, so beginnt er erst mit der 14. oder 15. Kammer. (Siehe Fig. 3.) In dem *Rupelthon* von Hermsdorf, Bukow und Pietzpuhl sind die Embryonalkammern der Gehäuse gröfser wie bei denjenigen des Mainzer Beckens, auch der Flügelsaum ist stärker entwickelt und beginnt schon an Kammern, welche der Embryonalkammer

näher gelegen sind. Die elsässischen Exemplare zeigen darin einen weiteren Fortschritt: Die Embryonalkammern erreichen bei diesen die Maximalgröfse und der Flügelsaum, an welchem sich kräftige Dornfortsätze befinden, umschliefst auch den äufseren Rand der die Embryonalkammer umschliefsenden ältesten, also spiral angeordneten Kammern. (Siehe Figur 4 und 5.) Dieses Verhältnis zeigen auch die oberoligocänen und miocänen Exemplare. Welches verschiedene Bild gewähren die Exemplare aus dem Mainzer Becken und diejenigen aus Elsafs und der Mark!

Man kann bei diesen Veränderungen der *Sp. carinata* gewissermafsen beobachten, wie die ererbten Eigenschaften durch neue Eigenschaften, die ohne Zweifel durch Einwirkungen von aufsen veranlafst werden, verdrängt



Figur 4.
Spiroplecta carinata, $\frac{50}{1}$ aus dem *Rupelthone* von Sulz im U.-Els. mit grofser Embryonalkammer (A-Form) und Flügelsaum. Längsschnitt.



Figur 5.
Spiroplecta carinata, $\frac{33}{1}$ aus dem *Rupelthone* von Sulz im U.-Els. mit kleiner Embryonalkammer (B-Form) und Flügelsaum. Längsschnitt.

werden. Derartige Veränderungen müssen um so nachhaltiger sein und sich um so schneller vollziehen, je kräftiger und andauernder die Einwirkungen sind. Ich glaube nicht, dafs Veränderungen in der äufseren Form oder inneren Organisation freiwillig stattfinden, dazu ist die Beharrlichkeit des Ererbten zu grofs, sondern dieselben müssen durch äufsere Kräfte oder Verhältnisse erzwungen werden.

Nachdem ich vor einigen Monaten die bisher bekannten, weiter vorn von mir namhaft gemachten Arten von *Spiroplecta* aus älteren Schichten, besonders denjenigen der Kreide, mit *Sp. carinata* verglichen und festgestellt hatte, dafs zwischen dieser und jenen noch recht bedeutende Unterschiede bestehen, mufste ich meine Betrachtung mit der Bemerkung abschliefsen, dafs wahrscheinlich im *Eocän* oder in der Kreide noch uns unbekannte, vermittelnde Formen begraben liegen.

Bald darauf kam mir die Abhandlung von Joseph Georg Egger über die »*Foraminiferen und Ostracoden aus den Kreidemergeln der Oberbayerischen Alpen*«, München 1899, zu Gesicht, in welcher unter sechs dort aufgezählten *Spiroplecta*-Arten sich zwei neue befinden. Besonders nimmt davon *Sp. gracilis* eine vermittelnde Stellung ein, während unter *Sp. robusta* verschiedene Formen abgebildet und beschrieben werden.

Egger beschreibt in der erwähnten Abhandlung weiter zahlreiche Arten des neuen Geschlechtes »*Gümbelina*«, welche mit den *Spiroplecten* oder den *Textularien* in Beziehung stehen, indem der jüngere Teil der Gehäuse derselben ebenfalls aus wechselständigen, zwei- und dreizeilig angeordneten Kammern, und der ältere Teil aus spiral oder zeilig aneinandergereihten Kammern bestehen soll. Wir sehen schon hieraus, dafs die Diagnose des neuen Geschlechtes nicht bestimmt genug ist, und Egger in wesentlichen Teilen verschieden gebaute Gehäuse einem Geschlecht zuschreibt.

Während die *Spiroplecten* ausschliefslich sandschalige, zusammengedrückte Gehäuse haben, deren Kammern länger als hoch sind, giebt Egger für die *Gümbelinen* in der Mehrzahl kalkige Gehäuse an, bestehend aus kugeligen, aufgeblähten Kammern. Die von Egger abgebildete *Spiroplecta americana* macht mit ihren aufgeblähten, »rauhkörnig porösen« Kammern mehr den Eindruck seiner *Gümbelina*, als den einer *Spiroplecta*. Obgleich Abbildung und Beschreibung bei den hier in Frage kommenden Formen zu einigem Zweifel Veranlassung geben, müssen wir doch konstatieren, dafs sich die Abbildungen der neuen Egger'schen Arbeit vorteilhaft gegen diejenigen seiner Abhandlung: »Die Foraminiferen der Grundproben der Gazelle«, München 1893, auszeichnen. Die mangelhafte Ausführung der Abbildungen derselben macht deren Benutzung fast unmöglich; auch lassen die Diagnosen an Genauigkeit zu wünschen übrig.

Betrachten wir nun einmal die Entwickelung der *Spiroplecten* an den uns bekannten und lebenden Arten, so stellt sich uns diese wie folgt dar:

Die ältesten bis jetzt bekannten *Spiroplecten* finden sich in der mittleren Kreide, im Gault; es ist dies *Spiroplecta (= Haplophragmium) terquemi Berth.* Der spiral eingerollte embryonale Teil ist grofs, d. h. er hat bedeutend mehr Durchmesser als der sich daran anschliefsende textularienartige Teil, welcher auch nur aus wenigen Kammern besteht, so dafs der *Haplophragmium*-typus vorherrscht. M. Berthelin reihte deshalb diese Form unter die *Haplophragmien* ein. *Sp. terquemi* scheint in der unteren Kreide ausgestorben zu sein.

Zunächst an *Sp. terquemi* scheint sich *Sp. annectens P.* u. *J.* anzuschliefsen. Der spiralgewundene embryonale Teil ist grofs und bildet eine breite Basis für den jüngeren, sehr gut entwickelten textularienartigen Teil.

Hieran schliefst sich *Spiroplecta biformis Parker u. Jones*, welches ebenfalls noch einen sehr wenig entwickelten Eindruck macht. Der textularienartige Teil behält die gleiche Breite wie der als Grundfläche dienende

spiral eingerollte Teil. Beide Stilarten halten sich in dieser Form gewissermafsen das Gleichgewicht. Diese Art ist im *Gault*, im *Oligocän* und lebend gefunden worden.

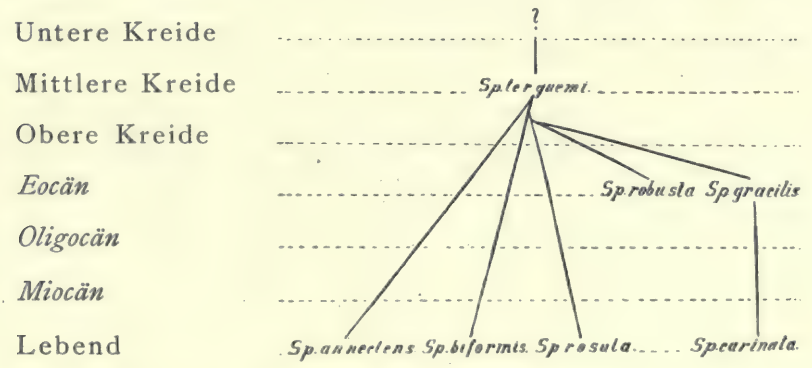
Spiroplecta rosula Ehrenberg dürfte sich an *Sp. biformis* anschliefsen. Die Kammern sind hoch, sie dehnen sich jedoch nicht wesentlich über den als Basis dienenden eingerollten Teil aus. Sie wurde in der alpinen Kreide und im *Crag* gefunden.

Spiroplecta robusta Egger aus der alpinen (oberen) Kreide hat bereits Keilform, die Kammern sind jedoch noch sehr aufgebläht, so dafs es noch mehr zu den älteren Typen hinneigt.

Spiroplecta gracilis Egger aus der alpinen Kreide leitet, wie bereits erwähnt, gut zu *Sp. carinata* über. — Das Gehäuse hat Keilform und ist stark zusammengedrückt, der haplophragmiumartig embryonale Teil ist klein und verschwindet gegen den später sich bildenden textularienartigen. Diese Form scheint in der Kreide auszusterben.

Im *Eocän*, jedoch sicher im *Oligocän*, tritt dann die mit Flügelsaum und später mit Dornfortsätzen versehene *Spiroplecta carinata* auf. Der Flügelsaum tritt zuerst an den jüngeren Teilen des Gehäuses auf, und setzt sich später auf den älteren, textularienartigen, und zuletzt auf den embryonalen, haplophragmiumartigen Teil fort.

Graphisch dargestellt giebt die Entwicklung der *Spiroplecten* folgendes Bild:



Das geologische Vorkommen zeigt, dafs die *Spiroplecten* mit Vorliebe auf Thonschlamm, dem feiner Sand beigemischt ist, lebten; in kalkigen Ablagerungen habe ich solche bis jetzt noch nicht gefunden.

Aufser den *Spiroplecten* kennt man unter den perforierten sowohl, als auch unter den unperforierten Foraminiferengehäusen noch eine gröfsere Zahl sog. Mischformen, d. h. Gehäusen, von denen der jüngere Teil in einem anderen Stile, als der ältere, gebaut ist.

Die Untersuchungen, welche ich an den *Spiroplecten* vornehme, haben deshalb auch Wert für die Erklärung der Abstammung der anderen Mischformen.

Man bezeichnet häufig, vielleicht unberechtigt, die Mischformen mit den Bestandteilen der Formteile, siehe z. B.:

Spiroplecta Ehrenberg = *Haplophragmium* + *Textularia*,
Amphimorphina Neugeb. = *Frondicularia* + *Nodosaria*,
Flabellina d'Orb. = *Christellaria* + *Frondicularia*,
Flabellinella Schubert = *Vaginulina* + *Frondicularia*,
Gemmulina d'Orb. = *Bigenerina* = *Möllerina* = *Textularia* + *Nodosinella*,
Lituola Lmke = *Placopsilina d'Orb.* = *Haplophragmium* + *Nodosinella*,
Clavulina d'Orb. = *Verneuilina* + *Nodosinella*,
Ophthalmidium K. u. Z. = *Cornuspira* + *Planospirina* u. s. w.

Auch die *Biloculinen* fafst man als eine Mischform auf, da der embryonale Teil quinqueloculinenartig, also anders wie der jüngere Teil, aufgewickelt ist.

Es gibt aber auch Foraminiferengehäuse, bei denen sich die Bauweise dreimal ändert, z. B.:

Gaudryina d'Orb. = *Verneuilina* + *Textularia* + *Nodosinella*,
Schizophora Reufs = *Haplophragmium* + *Textularia* + *Nodosinella*

u. s. w. Die *Schizophoren* verraten eine besonders nahe Verwandtschaft mit den *Spiroplecten* und dürften sich wahrscheinlich aus denselben entwickelt haben.

Die meisten Systematiker haben die polymorphen Formen bei der Aufstellung ihrer Systeme unberücksichtigt gelassen, und man darf daraus schliefsen, dafs sie über die verwandtschaftliche Stellung derselben nicht im Klaren waren.

Angesichts dieser vielstiligen Bauweise kann man die Frage aufwerfen, ob bei diesen dimorphen und trimorphen Formen zu den zwei oder mehr Einzelformen, wie es gewissermafsen die bisher übliche Bezeichnung ausdrückt, gemeinsame verwandtschaftliche Beziehungen bestehen.

Ich kann dies nicht glauben, da diese Annahme voraussetzen würde, dafs die Mischformen durch geschlechtliche Zeugung der Grundformen, die bei den Foraminiferen ausgeschlossen ist, oder durch Konjugation derselben, die ebenso fraglich ist, entstanden sein würden.

Sicherlich aber müssen zu einer der Grundformen verwandtschaftliche Beziehungen bestehen, und es entsteht dann die weitere Frage: Zu welcher dieser Formen bestehen sie, zu der am embryonalen Teile, also am Anfange, oder am Ende?

Entsprechend des biogenetischen Grundgesetzes, nach welchem die Eigenschaften der Vorfahren in der individuellen Entwickelung zum Ausdruck kommen müssen, mufs der embryonale Teil der Foraminiferenschale am meisten den Vorfahren entsprechen. Dies hat man aber bei den bisherigen Einteilungen der Foraminiferen nicht berücksichtigt, sondern das betreffende polymorphe Geschlecht dort eingereiht, worauf die am meisten in die Augen fallende Stilart hinwies. So wurden die *Spiroplecten* zu den

Textularien und die *Flabellinen* zu den *Frondicularien* u. s. w. gestellt. Auch Ludwig Rhumbler und H. Th. Eimer und C. Fickert thun dies in ihren neuesten »natürlichen« Systemen.

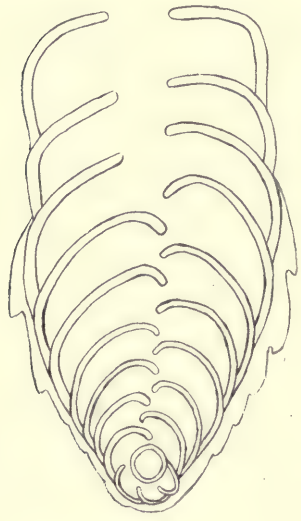
Rhumbler, der in dem spiralen Teile den festeren und mithin höher entwickelten des polymorphen Gehäuses erblickt, glaubt hieraus schliefsen zu müssen, dafs das phylogenetische Grundgesetz bei den Foraminiferen umgekehrt zur Geltung kommt und dafs diese Formen von einem höheren Aufwindungsmodus schrittweise auf einen niederen Aufwindungsmodus ihrer Vorfahren herabsinken. Eimer und Fickert bemerken hierzu, und ich glaube mit Recht, dafs dies nicht angehe. Entweder es besteht das Gesetz, dann mufs es auch bei der Entwickelung der Organismen folgerichtig zum Ausdruck kommen, oder es besteht nicht. Eine Umkehrung leugnet, nach meiner Ansicht, seinen Bestand.

Eimer und Fickert bezeichnen diese Erscheinung als eine Umkehr der Entwickelungsrichtung. Analysiert man nach Art und Weise dieser drei Systematiker die *Spiroplecten* und die *Flabellinen*, so würde das Ergebnis sein, dafs die »höher entwickelten« *Haplophragmien* aus den »niedriger entwickelten« *Textularien* und die *Cristellarien* aus den *Frondicularien* hervorgegangen seien. Beides scheint mir nicht wahrscheinlich. Die *Cristellarien* stehen allerdings höher und sind jünger als die *Frondicularien;* die letzteren haben sich aus den *Nodosarien* schon zur Permzeit entwickelt, während die ersteren aus den *Dentalinen*, oder einer ähnlichen Form, erst am Anfange der Jura- oder Ende der Triaszeit hervorgingen. Eine unmittelbare Verwandtschaft kann deshalb zwischen beiden Formen nicht vorhanden sein.

Die *Textularien* sind sicher alte Formen, ihr Aufbau aber, den man als den einer Kegelspirale auffafst, wird auf gleiche Entwickelungsstufe mit der spiralen Aneinanderreihung der Kammern bei den *Haplophragmien* gestellt. Der einfache spirale Aufbau tritt aber bereits zur Karbonzeit viel mannigfaltiger auf, als der textularienartige, so dafs wir annehmen müssen, dafs ersterer älter ist, als letzterer. Es ist deshalb nicht wahrscheinlich, dafs die *Haplophragmien* aus den *Textularien* hervorgegangen sind.

Nach diesen Erwägungen drängte sich mir die Überzeugung auf, dafs wir in den *Spiroplecten* nicht *Textularien*, welche in dem embryonalen Teile verändert wurden, sondern eine selbständige Entwickelungsreihe vor uns haben, die von einem *Haplophragmium*, oder einer damit verwandten Form, ihren Ausgang genommen hat, und dafs die *Textularien* durch den ähnlichen Bau uns nur eine Verwandschaft mit den *Spiroplecten* vortäuschen. Andernfalls müfsten wir annehmen, dafs die *Textularien* ihren Ausgang von den *Spiroplecten* genommen haben, und dieselben in so langen Entwickelungsreihen von den *Haplophragmien* entfernt sind, dafs dadurch die letzte Spur des phylogenetischen Einflusses derselben aufgehoben worden ist. Dies steht aber im Widerspruch mit unseren paläontologischen Kenntnissen, oder, wie Haeckel sagen würde, mit den »positiven Daten«.

Solche Vortäuschungen von Verwandtschaften zwischen ähnlich gestalteten Foraminiferengehäusen, die man jetzt in einer und derselben Familie eingereiht findet, liegen vielleicht noch zahlreich vor. Schon M. Neumayr hat solche vermutet und grofse Vorsicht vor Vereinigung solcher Typen empfohlen. Wird diese Vorsicht aufser Acht gelassen, so entstehen Systeme, die Alb. Fleischmann*) und Andere mit Recht in so absprechender Weise kritisiert haben.



Figur 6.
Schizophora capreolus $\frac{50}{1}$
Längsschnitt nach C. Schlumberger.

Wie ich bereits bemerkte, schliefsen sich an die biformen *Spiroplecten* die triformen *Schizophoren* verwandtschaftlich an. Nach den Untersuchungen von C. Schlumberger sind die *Schizophoren* (Siehe Fig. 6) im jugendlichen Alter genau wie die *Spiroplecten* gebaut: der älteste, der embryonale Teil besteht aus einem Umgange spiral angeordneter Kammern, an diese schliefsen sich dann zweizeilig, textularienartig an einer Axe aufgereihte Kammern an, während die letzten Kammern in einfacher, lingulinenartiger Aufeinanderfolge, den Schlufs des Gehäuses bilden; auch sind die *Schizophoren*-Gehäuse, wie die der *Spiroplecten*, stark zusammengedrückt, haben einen scharfen Kiel und bestehen aus Sand.

Es sind bisher folgende *Schizophoren* bekannt geworden:

im *Eocän*	*Schizophora,*	*haeringensis Gümbel,*
»	»	*neugeboreni Reuss,*
im *Miocän*	»	*nicobarica Schwager,*
lebend . .	»	*capreolus d'Orb.*

Hiernach treten die *Schizophoren* später auf den Schauplatz als die *Spiroplecten*, was ebenfalls für die Annahme der Entwickelung der Ersteren aus den Letzteren spricht. Für eine Verwandtschaft der *Schizophoren* mit den *Lingulinen* wird wohl niemand ernstlich eintreten, eine solche mit den *Textularien* erscheint aus früher angeführten Gründen sehr zweifelhaft, während nach dem philogenetischen Grundgesetze auf eine Abstammung von den *Spiroplecten* unmittelbar hingewiesen wird. Eine Verwandtschaft zwischen *Schizophoren* und den *Bigenerinen* scheint mir ebenfalls ausgeschlossen.

Diese Untersuchungen haben mir aber auch gezeigt, dafs die meisten Foraminiferenfamilien und ihre Beziehungen zu einander noch viel zu wenig bekannt sind, um schon jetzt ein wirklich natürliches System aufstellen zu können.

*) Fleischmann, Albert, Die Descendenztheorie. Leipzig 1901.

Die

Foraminiferen des Permo-Carbon

von Hooser, Kansas, Nord Amerika.

Von

Erich Spandel.

Durch das »Rheinische Mineralienkomptoir« von Dr. F. Krantz in Bonn bezog ich ein als Permo-Carbon von Hooser, Kansas, Nord-Amerika, ausgezeichnetes Gestein. Es ist ein gelbbrauner, dichter, splitterig brechender Hornstein, welcher wahrscheinlich, nach den an dem Stücke hängenden kleinen Fragmenten zu urteilen, in einem hellerfarbigen kieselreichen Kalkstein eingeschlossen war.

An dem Gesteinsstücke bemerkt man schon mit bloſsen Augen Fragmente von Crinoidenstielen und Bryozoenästen, sowie Fusulinengehäuse. Ich beschloſs deshalb das Gestein einer genauen Untersuchung auf Foraminiferengehäuse im Anschliff und in Dünnschliffen durch das Mikroskop zu unterwerfen.

Ich fertigte deshalb selbst eine Anzahl Dünnschliffe an, auch lieſs ich eine gröſsere Anzahl derselben durch die Firma R. Fuess in Steglitz anfertigen, ferner stellte ich mehrere gröſsere Anschliffe an dem Gesteinsstücke her.

Bei der mikroskopischen Untersuchung dieser Schliffe wurden auſser den bereits erwähnten gröſseren organischen Resten noch Durchschnitte von Ostracodenschalen und eine Anzahl solcher von kleinen Foraminiferengehäusen sichtbar.

Da mir nicht bekannt ist, daſs diese Foraminiferenfauna bereits beschrieben wurde, so entschloſs ich mich die gefundenen Arten auf den folgenden Blättern zu beschreiben und dieselben einem Vergleich mit den bekannten Faunen der älteren und nächst jüngeren Schichten zu unterwerfen.

Die vorcarbonischen Ablagerungen haben bisher bekanntlich sehr wenig Foraminiferengehäuse geliefert, dagegen ist die Zahl von Arten, welche das Carbon geliefert hat, schon recht bedeutend zu nennen. Die hauptsächlichsten Abhandlungen darüber wurden verfaſst von H. B. Brady, Valerian v. Möller, Konrad Schwager und neuerdings von L. Schellwien und Dettlev Lienau.

Viel ärmer ist die Litteratur über die Foraminiferen des Permo-Carbon. Mir ist darüber nur die vorläufige Aufzählung einiger Arten aus dem Bellerophonkalk der Alpen von C. W. Gümbel in dessen »Kurze Anleitung zu geologischen Beobachtungen in den Alpen, München 1878«, und desgleichen von demselben Forscher in seiner

»Geologie von Bayern, 1. Band, Cassel 1888«, sowie eine summarische Behandlung derselben durch Conrad Schwager in O. Bütschlis »Protozoa« in Bronns »Klassen und Ordnungen des Tier-Reichs, Heidelberg 1880/82«, bekannt geworden. Ferner beschrieb H. B. Geinitz in seiner Abhandlung »Carbonformation und Dyas in Nebraska, Dresden 1866«, zwei Fusulinen-Arten aus dem Permo-Carbon von Plattesmouth.

Gümbel sowohl, als auch Schwager bezeichnen in den genannten Werken die fraglichen Faunen, welche in der neueren Zeit als permocarbonische angesprochen werden, fälschlich noch als triassisch. Durch diesen Irrtum gibt natürlich die sonst so vorzügliche Übersicht des hervorragenden Foraminiferenforschers Schwager über die historische Entwicklung der Foraminiferen in palaeozoischer Zeit ein falsches Bild, welches jedoch durch Umstellung der Abschnitte leicht richtig gestellt werden kann.

Permische Foraminiferen wurden beschrieben von H. B. Geinitz in dessen Werk »Die animalischen Überreste der Dyas, Leipzig 1861«, H. B. Brady faſste 1876 die carbonischen und permischen Foraminiferen in einer gröſseren Arbeit mit dem Titel »Monograph of carboniferous and permian foraminifera« zusammen, und 1898 veröffentlichte ich eine kleine Abhandlung über »Die Foraminiferen des deutschen Zechsteins.«

Ich lasse jetzt Beschreibung und Abbildung der in Anschliffen und Dünnschiffen erkannten Foraminiferengehäuse folgen, an welche sich ein Vergleich dieser Fauna mit den bekannten aus älteren und den nächst jüngeren Ablagerungen anschlieſsen wird.

Da das Gestein, wie schon erwähnt, ein Hornstein ist und wahrscheinlich wiederholt in seiner chemischen Zusammensetzung verändert wurde, so haben die zarten Gehäuse der Foraminiferen sehr gelitten, und sie sind oft nicht mit der gewünschten Deutlichkeit zu erkennen. Beschreibung und Abbildung werden deshalb manche Frage, über die der Fachmann gerne Aufschluſs hätte, unbeanwortet lassen müssen. Den Forschern in Amerika steht höchstwahrscheinlich besseres Gesteinsmaterial zur Verfügung und ist zu hoffen, daſs diese die vorliegende Arbeit bald ergänzen werden.

Ammodiscus, Reuss.

Das Gehäuse ist eine ungekammerte und unperforierte Röhre, fre oder an anderen Körpern aufgewachsen, mit gestrecktem Wachstum, oder mehr oder weniger aufgewickelt. Die Arten mit gestrecktem Wachstum suchen wegen der Zerbrechlichkeit der Schale meist Stütze auf anderen Körpern, indem sie sich entweder der ganzen Länge nach, oder nur auf kürzere oder längere Strecken anheften. Der embryonale Teil ist meist etwas kugelig erweitert und es legt sich, ehe das gestreckte Wachstum beginnt, die Röhre in einem Umgang um denselben schützend herum.

Die freien Arten erlangen gröfsere Festigkeit des Gehäuses dadurch, dafs die jüngeren Schalenteile an die älteren angeheftet werden, wodurch mehr oder weniger regelmäfsige Gehäuse von Scheiben- oder Kugelform entstehen. Ernst Schellwien beschrieb kürzlich eine ganz neue Form der Aufwickelung und gegenseitigen Stützung aus dem Carbon der Alpen: Der erste Teil der Röhre ist spiral aufgerollt, der weitere ist schlangenförmig, also vor- und rückläufig in einer Ebene an einander gelegt.

Bei dem Bau des Gehäuses macht sich Sparsamkeit mit dem Material insofern bemerkbar, als bei den sich anheftenden Arten die Schale auf der angehefteten Seite ganz oder teilweise gespart wird; bei den freien Arten wird auch keine vollständige Röhrenwand erzeugt, sondern der ältere Umgang als Wand des neuen Umganges benützt. Die Öffnung der Röhre hat deshalb mondsichelförmige Gestalt. Die Röhren-Oberfläche zeigt häufig querlaufende Wülste, welche ich als Anwachsstreifen deute.

Unsere Kenntnis dieser Familie ist noch zu gering, um eine weitere Einteilung derselben, die bleibend ist, zu finden. Diese kleinen zarten Röhrchen wurden früher häufig als solche von Serpulen angesehen und beschrieben. M. Neumayer nimmt unvollkommene Kammerung der Röhren der Ammodiscen an und betrachtet dieselben als Vorläufer der Milioliden. Dafs diese Gehäuse weder unvollkommen noch vollkommen gekammert sind, dafs sie ferner nicht perforiert sind, wie Val. v. Möller annimmt, und weiter, dafs sie nur aus Kalk und nicht aus Sand bestehen, habe ich in meiner Abhandlung über die »Die Foraminiferen des deutschen Zechstein« nachgewiesen.

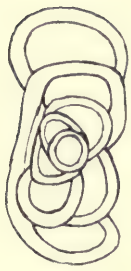
Auf alle Fälle sind die Ammodiscen sehr alte, ursprüngliche Formen und sind im Carbon und Perm sehr verbreitet. In jüngeren Ablagerungen iehlen sie auch nicht, sind aber längst nicht mehr so häufig. In dem Permo-Carbon von Hooser fand ich folgende Arten:

Ammodiscus cf. filum, Schmid.

Man findet in dem Gestein häufig sowohl Längs- als Querdurchschnitte von leicht hin- und hergebogenen Röhren von etwa 0,12 mm Durchmesser. Die Röhrenmasse erscheint fein gekörnelt und weifslich, also anders wie die Masse der Gehäuse von den perforierten Foraminiferenschalen. Diese Röhren zeigen viel Übereinstimmung mit denjenigen von *Ammodiscus filum*, Schmid des deutschen Zechsteins. Auch im fränkischen Jurensismergel findet sich eine ähnliche Form sehr häufig. Wegen der Einfachheit der Form gebe ich von diesem Fossil keine Abbildung.

Ammodiscus concavus, n. sp. Fig. 1.

Der hier zur Abbildung gelangte Schnitt zeigt eine stark zusammengedrückte Form; er hat eine Breite von 0,09 mm und eine Länge von 0,18 mm. Die kugelige Embryonalkammer hat einen Durchmesser von



Figur 1.
Ammadiscus concavus, n. sp. Mittelschnitt. $\frac{180}{1}$

0,03 mm. Die Breitseiten sind konkav. Der letzte Umgang schliefst die älteren Umgänge nicht vollständig ein, so dafs auf der einen Seite vier Umgänge sichtbar sind; auf der anderen Seite sind nur drei Umgänge sichtbar, da die älteren Umgänge durch später aufgelagerte Kalkmasse verdeckt sind. Der Rücken der Umgänge ist gerundet. Die besprochene Art zeigt Verwandtschaft mit *Ammodiscus robertsoni*, Brady, aus dem Obercarbon von Schottland, dem er auch in der Gröfse entspricht, und mit *Amm. miliolides*, Jones, Parker und Kirkby, aus dem unteren und dem mittleren Zechstein Nord-Englands, welche Art allerdings bedeutend gröfser ist.

Bigenerina, d'Orb.

Textularia, Defrance.
Climacammina, Brady
Cribrostomum, Möller.

Das Geschlecht *Bigenerina* ist im Carbon stark verbreitet; es wurde nachgewiesen im Carbon von England, Rufsland, Japan und in demjenigen der Alpen.

Ich halte es für sehr zweifelhaft, ob die unter demselben Namen beschriebenen mesozoischen und lebenden Foraminiferen mit den paläozoischen verwandt sind, da uns verbindende Glieder in Perm, Trias und Jura bis jetzt noch fehlen. Es dürfte deshalb einer der für die paläozoischen Formen von Brady oder Möller angewandten Namen zu bevorzugen sein. Auch Konrad Schwager hat bereits diese Ansicht vertreten.

Die Gehäuse bestehen im jugendlichen Alter aus zweireihig angeordneten Kammern, an welche sich eine oder mehrere einreihig aufeinander sitzende Kammern anschliefsen. Der ältere Teil mit den wechselständigen Kammern unterscheidet sich von den Textularien dadurch, dafs sich die Kammern nicht oder nur ganz unbedeutend decken, und dafs die Mündungen gröfser als bei Textularien sind.

Die Mündungen der einzeilig angeordneten Kammern sind auffallend weit und alle oder zum Teil mit einem durchlöcherten Deckel (Sieb) geschlossen. Die Mündungsränder sind nach innen gebogen und öfter wulstartig verdickt.

Die Schalenmasse besteht aus Sand und Kalkcement. Möller will Poren in der Schale bemerkt haben, wovon jedoch andere Forscher nichts zu berichten wissen.

Während das palaeozoische Geschlecht *Bigenerina* ursprünglich nur zweireihige Arten gehabt zu haben scheint, entwickelte sich später der jüngere Teil bei einigen Arten einreihig, bis die ererbte zweizeilige Kammeranordnung nach und nach durch eine einzeilige, ein neues Geschlecht bildend, ganz verdrängt wurde. (Siehe das Genus *Monogerina*.)

Es wurden folgende palaeozoische zweireihige und ein- und zweireihige Bigenerinen beschrieben:

a) nur zweireihige Formen:

Big. textulareformis, Möller
„ *communis*, Möller
„ *bradyi*, Möller
„ *geyeri*, Schellwien

b) zwei- und einreihige Formen:

Big. antiqua, Brady
„ *eximia*, Eichwald
„ *patula*, Brady
„ *gracilis*, Brady
„ *pyriformis*, Brady
„ *elegans*, Möller
„ *protenta*, Schwager
„ *cribigera*, Schwager.

Ob bei einer genauen Prüfung alle diese Arten aufrecht gehalten werden können, scheint mir zweifelhaft.

Im Perm sind bis jetzt noch keine Bigenerinen nachgewiesen worden.

Bigenerina cf. eximia, Eichwald. Fig. 2.

Diese in den Schnitten gefundene Form kann bei flüchtiger Betrachtung für eine *Textularia* gehalten werden. Sie hat aber alle Eigenschaften der zweizeiligen Bigenerinen, und halte ich sie übereinstimmend mit *Big. eximia* Eichwald, nach der Beschreibung und Abbildung von V. v. Möller.

Der hier abgebildete Schnitt, Fig. 2, hat bei zehn Kammern eine Höhe von 0,8 mm und eine gröfste Breite von 0,5 mm. Die wechselständigen Kammern decken sich nicht an der Axe, sondern berühren sich dort nur. Die Kammerdecke ist an der Mündung verdickt. Der Umrifs des Längsschnittes ist stumpfkeilförmig.

Figur 2.
Bigenerina cf. eximia, Eichwald. Mittelschnitt. $\frac{50}{1}$

Dieses wäre eine ältere zweireihige Form, die sich von dem Unter-Carbon bis in das Permo-Carbon erhalten hat.

Monogenerina, n. g.

Das Geschlecht *Bigenerina* ist dadurch charakterisiert, dafs die ersten Kammern sich wechselständig, mit der Mündung gegen die gemeinsame Achse gerichtet, anordnen, während die späteren Kammern sich einfach, nodosarienartig, übereinanderlegen. Die Kammerwand ist an der Mündung nach innen wulstig umgebogen und häufig sind die grofsen Mündungen durch siebartige Deckel verschlossen.

Es finden sich nun aber im Permo-Carbon von Hooser Foraminiferengehäuse mit der charakteristischen Form der Kammern und der Mündung von *Bigenerina*, nur dafs sie mit einreihigem Bau beginnen und mit solchem endigen. Ich nannte deshalb das Geschlecht, welchem diese Formen zuzuweisen sind, *Monogenerina* im Gegensatz zu dem Geschlecht *Bigenerina*.

Das Geschlecht Monogenerina hat Gehäuse mit einreihig angeordneten Kammern, deren Wände an der grofsen Mündung wulstig nach innen umgebogen sind. Ob die Mündung der jüngeren Kammern, wie bei Bigenerina, mit einem Siebdeckel geschlossen wird, konnte ich an den Schnitten nicht feststellen, ebenso nicht, ob die Schalenmasse sandig oder kalkig ist.

Die Gehäuse sind grade, oder mehr oder weniger gebogen. Die Kammern sind breiter als hoch.

Es befremdet, dafs noch keine Monogerinen im Carbon gefunden wurden. Sollten die Monogerinen im Carbon thatsächlich fehlen, so dürfte man wohl annehmen, dafs sich dieselben aus den älteren Bigenerinen entwickelt haben, und dafs die zweireihige Kammeranordnung die ursprünglichere war. Schon bei einigen carbonischen Bigenerinen-Arten *(Big. elegans*, Möller, *Big. pyriformis*, Möller, *Big. geyeri*, Schellwien*)* bemerkt man, dafs der zweizeilige Bau sehr reduziert ist und sich nur auf die älteren vier Kammern beschränkt; der zweizeilige Bau wird also durch den einzeiligen verdrängt.

Ludwig Rhumbler glaubt aus dieser Erscheinung schliefsen zu können, dafs bei den Foraminiferen das phylogenetische Grundgesetz umgekehrt zum Ausdruck komme, da die zweireihige Kammeranordnung die festere und höher entwickelte Bauweise sei, dagegen die einreihige, nodosarienartige Kammeranordnung die weniger feste und daher niedrigere. Es werde also bei den Foraminiferengehäusen die höhere Entwickelungsstufe durch das Jugendalter vertreten, während die Ahnenstufe erst an den späteren Kammern auftrete. Eimer und Fickert widersprechen diesen Darlegungen nicht, betrachten die Erscheinung jedoch nicht als eine Umkehr des phylogenetischen Grundgesetzes, sondern als eine Umkehr der Entwickelungsrichtung. Beide Erklärungsversuche kommen nach meiner Meinung auf eins heraus. Sie stehen beide nicht im Einklang mit unseren palaeontologischen Kenntnissen!

Man findet bereits im Carbon Bigenerinen deren ganzes Gehäuse, oder der gröfste Teil desselben zweizeilig ist, gleichzeitig treten aber, wie bereits bemerkt, einzelne Arten auf, bei welchen der zweizeilige Teil des Gehäuses sehr reduziert ist; in dem jüngeren Permo-Carbon findet man dagegen in der Hauptsache Gehäuse, welche ganz einzeilig sind.

Ein umgekehrter Vorgang in der Carbon- oder Vorcarbonzeit, nach welchem sich aus einer monogenerinenartigen Form die Bigenerinen entwickelt haben, ist uns nicht bekannt. Auch ist der Begriff von einer höheren oder niedrigeren Entwickelung sehr relativ und individuell. Uns

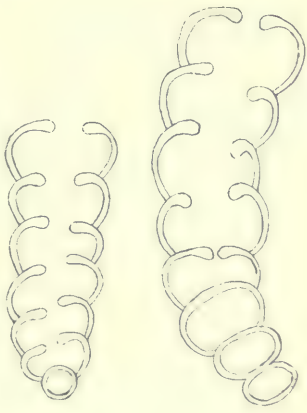
fehlen häufig die Anhaltspunkte, welche zur Beurteilung, ob die Organisation höher oder niederer ist, nötig sind.

Ich habe schon in einer frühen Arbeit an der Entwickelung der Spiroplecten und Schizophoren gezeigt, dafs das spätere, also nach dem embryonalen Teile erzeugte Gehäuse, auch wenn es uns niederer erscheint, nicht im entferntesten als ein Rückfall auf eine Ahnenform zu betrachten ist, da wohl meist gar keine verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen den beiden angenommenen Grundformen bestehen. Ich bin mit Rhumbler derselben Meinung, dafs der zweizeilige Bau in dem Bestreben, dadurch der Kammerreihe eine gröfsere Festigkeit zu geben, eingeführt wurde, und glaube, dafs diese Bauweise eine Erschwerung für die Verbindung der einzelnen Sarkodenabschnitte herbeiführen mufs, da die Verbindungsachse nicht, wie allgemein, mitten durch die Sarkodenabschnitte hindurchführt, sondern diese nur leicht schneidet. Dieser Vorteil des Baues einerseits wurde durch den Nachteil andererseits bekämpft. Als dann durch Vergröfserung der Kammern einesteils und vielleicht durch Vermehrung des kalkigen Cements andernteils diejenige Festigkeit erreicht war, die das Gehäuse vor dem Zerbrechen hinreichend schützte, wurden diese Lebewesen gezwungen, die Nachteile der nur seitlich bestehenden Kammerverbindung durch eine centrale zu ersetzen, wodurch die einreihige Bauweise herbeigeführt wurde.

Es ist dies ein Erklärungsversuch dieses Vorganges, der mit den Thatsachen nicht im Widerspruch steht.

Monogenerina atava, n. sp. Fig. 3a u. b.

Die Gehäuse dieser Art haben cylindrische Form, sind gerade oder mehr oder mehr oder weniger gebogen und bestehen aus mehr breiten als hohen Kammern, welche mit breiter Basis aneinander befestigt sind. Die Kammern sind nicht ganz regelmäfsig, sondern nicht selten auf der einen Seite höher als auf der anderen, wodurch die Axe abgelenkt wird. Fig. 3a zeigt den Mittelschnitt eines ziemlich geradachsigen, vollständigen Gehäuses von einem jüngeren Tiere von 7 Kammern. Die grofse kugelige Embryonalkammer hat 0,15 mm, die 2. Kammer 0,29 mm und die 7. Kammer 0,46 mm Durchmesser; die Länge beträgt 1,1 mm. Fig. 3b zeigt den Schnitt eines stark verbogenen Stückes, weshalb die älteren Kammern nicht in der Mitte geschnitten sind und die Embryonalkammer im Schnitte überhaupt nicht sichtbar ist.



Figur 3a. Figur 3b.
Monogenerina atava, n. sp.
Längsschnitte. $\frac{33}{1}$

Die Achse dieses unvollständigen Gehäuses von 8 Kammern hat eine Länge von 1,62 mm. Die älteste Kammer von dem Gehäuse, welche zur

Darstellung kommt (es scheint die 2. zu sein), zeigt im Schnitte 0,25 und die jüngste 0,5 mm Durchmesser. Nur bei den jüngsten 5 Kammern dieses Schnittes sind die Kammermündungen sichtbar.

Die Mündungen dieser Art sind weit, und der sie umgebende Mündungsrand ist wulstförmig nach innen gebogen.

Siebdeckel auf den Mündungsöffnungen habe ich nicht beobachtet, ebenso keine Poren in der Schale.

Monogenerina nodosariformis n. sp. Fig. 4a u. b.

Diese Art zeigt im Schnitt einen viel regelmäfsigeren Bau als die vorher besprochene. Der Umrifs zeigt eine spitze Keilform. Der Kammerdurchmesser wächst allmählig, das Kammerndach ist gerundet, so dafs die Art den Eindruck der Form früher Nodosarien macht; besonders die älteren Kammern machen diesen Eindruck, da man an denselben keine Mündung wahrnimmt, was wahrscheinlich an dem etwas schräg gelegenen Schnitte liegt.

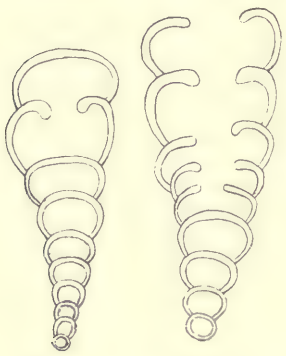


Fig. 4a. Fig. 4b.
Monogenerina nodosariformis, n. sp.
Längsschnitte. $\frac{33}{1}$

Die jüngeren Kammern zeigen eine weite, die Bigenerinen kennzeichnende Mündung mit nach innen eingebogenem Mündungsrande. Das eine Stück zeigt als zehnte (Schlufs-)Kammer eine solche von halbkreisförmigem Durchschnitte, an welcher man leider wieder keine Mündung bemerkt.

Fig. 4a stellt ein Stück mit 10 Kammern dar, welches eine Länge von 1,2 mm hat. Die Embryonalkammer ist klein und zwar nur von 0,07 mm Durchmesser; die jüngste Kammer hat die gröfste Breite mit 0,45 mm.

Fig. 4b hat 9 Kammern mit zusammen 1,3 mm Länge. Die Embryonalkammer zeigt im Schnitt einen Durchmesser von 0,13 mm und die jüngste Kammer hat eine Breite von 0,56 mm.

Textularia, Defrance.

Obgleich schon eine Anzahl Formen aus palaeozoischen Schichten als Textularien beschrieben worden sind, bezweifelte ich bisher, dafs echte Textularien im Perm und älteren Schichten vorkommen, da die aus dem Oberperm beschriebenen Textularien nach meinen früher veröffentlichten Untersuchungen gar keine Textularien, sondern Geinitzinen sind, die mit den Textularien nur die äufsere Form gemein haben, sonst aber zur Familie der Nodosariden gehören. Auch in der Trias sind meines Wissens noch keine echten Textularien gefunden worden, dieselben treten nach meinen Erfahrungen erst schüchtern im Jura auf. Ich befinde mich in

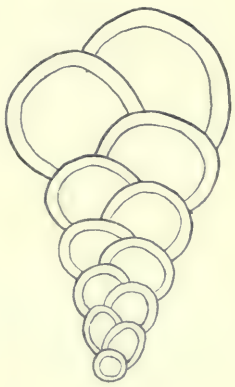
dieser Meinung in Übereinstimmung mit Konrad Schwager und Valerian v. Möller.

Neuerdings ist nun von Ernst Schellwien in dem zweiten Teile seiner Abhandlung »Die Fauna des karnischen Fusulinenkalkes« diesen Ansichten entgegengetreten und diesem Geschlechte zwei Formen aus dem karnischen Fusulinenkalke: *Textularia cf. bradyi*, Möller, und *Text. textulariformis*, Möller, zugewiesen worden. Ich bin jedoch durch die Ausführungen Schellwiens noch nicht von meiner Ansicht bekehrt, indem das Möller'sche *Cribostomum textulariforme*, welches Schellwien den Textularien zuweist, nach Möllers Abbildung und Beschreibung doch recht bedeutende Unterschiede von den Textularien zeigt: nur höchstens die ersten 8 Kammern sind als wechselständig zu betrachten, da von diesen nur der Kammerdeckel über die Mittelachse hinaus oder wenigstens bis an dieselbe heranreicht. Bei den späteren Kammern bleiben die Kammerdeckel weit von der Mittelachse zurück, so dafs sie eine weite Mündung zwischen sich offen lassen; am Ende des Gehäuses wird diese weite Mündung durch einen Siebdeckel geschlossen.

Nun habe ich allerdings im Permo-Carbon von Hooser mehrfach eine Form gefunden, die, wie nicht abzuleugnen ist, grofse Ähnlichkeit mit Textularien aus jüngeren Ablagerungen hat. Ich weise deshalb provisorisch diese Form den Textularien zu und identifiziere sie mit der von Brady aus dem Carbon beschriebenen:

Textularia gibbosa, d'Orb., resp. Brady. Fig. 5.

Brady betrachtet die carbonische Form, die ich für übereinstimmend mit der permo-carbonischen halte, auch übereinstimmend mit einer solchen aus ganz jungen Ablagerungen, welche von d'Orbigny beschrieben wurde. Der Fig. 5 zur Abbildung gelangte Schnitt der permo-carbonischen Art zeigt 12 aufgeblähte alternierende Kammern. Die Kammerdeckel greifen weit über die Mittelachse hinüber. Dieses zwölfkammerige Stück hat eine Länge von fast 1 mm und bei dem jüngsten Kammernpaare eine Breite von 0,6 mm. Die Embryonalkammer zeigt 0,09 mm Durchmesser. Die Kammern nehmen stetig an Gröfse zu, so dafs der Durchschnitt des Gehäuses eine regelmäfsige Keilform zeigt. Die Schnitte geben keinen Aufschlufs über die Kammermündungen; es scheint ein schmaler Spalt an der nächst der Axe gelegenen Kammerbasis zu sein. Einen röhrig vorgezogenen Kammermund, wie ihn Schellwien für seine *Text. textularifomis* aus dem alpinen Carbon angiebt, habe ich bei der hier besprochenen Art nicht bemerkt.



Figur 5.
Textularia gibbosa,
d'Orb. und Brady
Längsschnitt. $\frac{50}{1}$

Tetrataxis, Ehrenberg.

Tetrataxis, Ehr., 1843, und Möller, 1879.
Valvulina, d'Orb., 1826, und Brady, 1876 und 1884.

Dieses Geschlecht scheint auf die paläozoischen Ablagerungen beschränkt zu sein.

Die Tetrataxen finden sich häufig in dem russischen, englischen und alpinen Carbon. Sie haben ein kegelförmiges Gehäuse mit einer Höhlung im Innern, welches nach den Untersuchungen von Möller und Schellwien aus längeren oder kürzeren Kammern (2 bis 4 Kammern auf einen Umgang), welche in einer Kegelspirale angeordnet sind, besteht. Diese Kammern sollen nicht unmittelbar, sondern durch die Höhlung im Innern des Gehäuses, wo sich dann selbstverständlich bei Lebzeiten des Tieres Sarkode befunden haben mufs, mit einander in Verbindung gestanden haben.

Die im Innern gelegene Höhlung unterscheidet die Tetrataxen ganz wesentlich von den Valvulinen und Patellinen, mit welchen sie wegen der annähernd gleichen äufseren Form häufig vereinigt wurden.

Die von mir erzielten Schnitte in der Richtung der Windungsachse geben über die Kammerung der Umgänge und über die Öffnung der Kammern nach der inneren Höhlung des Gehäuses keinen Aufschlufs.

Es sind bereits folgende Arten beschrieben worden:

Tetrataxis conica, Ehr.,
? » » *var. compressa,* Brady
» » » *gibba,* Möller
» *youngi,* Brady
? » » *var. contraria,* Brady
? » *decurrens,* Brady
» *plicata,* »
? » *bulloides,* »
» *rudis,* »
» *maxima,* Schellw.
» » *var. depressa,* Schellw.

Die mit ? bezeichneten Arten und Varietäten erkennt Möller nicht an.

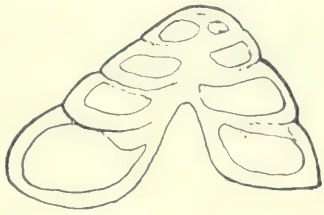
Ich glaube die von mir in dem Permo-Carbon von Hooser gefundene Art, von welcher Beschreibung folgt, soweit Schnitte Auskunft geben, *Tetr. conica* Ehr. anschliefsen zu können.

Tetrataxis conica Ehr., var. lata n. sp. Fig. 6a u. b.

Von den zur Abbildung gebrachten zwei Schnitten scheint Fig. 6b sehr nahe der Windungsachse zu liegen, während Fig. 6a etwas entfernt davon zu sein scheint, da weder die ganze Höhe der Höhlung noch die des Gehäuses durchschnitten ist. Die Schnitte zeigen im Umrifs die Form eines stumpfen Kegels. Die Grundfläche der beiden Schnitte mifst 0,53 und 0,55 mm Länge, das mehr in der Mitte geschnittene Gehäuse zeigt

eine Schnitthöhe von 0,34 mm. Beide Schnitte lassen 4 deutliche Kammerumgänge erkennen. Die weite und tiefe Höhle im Innern und die weniger breiten Kammern erinnern an *Tetr. conica*, Ehr. aus dem russischen Kohlen-

Figur 6a.



Figur 6b.

Tetrataxis conica, Ehr., var. *lata* Spandel. Mittelschnitte. $\frac{75}{1}$

kalk, allerdings scheinen die russischen um das Doppelte gröfser und etwas spitziger zu sein. Das Verhältnis der Breite zur Höhe ist weniger grofs als bei den hier besprochenen permo-carbonischen Stücken. Ich bezeichne deshalb die permo-carbonischen Stücke als *Tetr. conica* Ehrenberg, *lata* n. var.

Familie Nodosaridae.

Die Nodosariden sind die einfachsten vielkammerigen Formen. Die Kammern sind in gerader oder leicht gebogener Achse aneinander gereiht. Sparsamkeit in Verwendung des Schalenmaterials macht sich insofern geltend, als bei der jüngeren Kammer stets der Teil der Kammerwandung, welcher auf der älteren Kammer zu liegen kommt, ausgespart wird; die Zwischenwand ist daher gemeinschaftlich. Die Festigkeit des Gehäuses wird durch Vergröfserung der Kammerbasis vermehrt; das Bestreben, das Gehäuse möglichst fest zu bauen, führt bei einzelnen Formen bis zum fast vollständigen Einschlufs der ältern Kammer (Glandulinen). Auf das Bestreben nach möglichster Festigkeit im Gehäusebau hat Ludw. Rhumbler zuerst hingewiesen.

Dem Bestreben nach Festigkeit steht das Bestreben der Sarkode nach möglichst ungehindertem Verkehr mit der Aufsenwelt gegenüber und setzt demselben die Grenze. Dafs bei den meisten Nodosariden diese beiden Bestreben sich im guten Gleichgewicht halten, dürfte die Ursache ihrer Beständigkeit sein. Ich bitte, im Gegensatz hierzu, meine Ausführungen über die Fusulinen zu beachten.

Die Familie der Nodosariden, welche aus den Geschlechtern *Nodosaria*, *Glandulina*, *Geinitzina*, *Lingulina*, *Frondicularia*, *Dentalina und Vaginulina* besteht, schien bisher im Carbon nicht stark vertreten zu sein, da man die sandschaligen Nodosinellen der Familie Nodosariden häufig nicht zurechnete. Da aber die angegebene Sandschaligkeit häufig nur auf Verwitterungserscheinungen, oder auf kieselige Infiltrationen während des Versteinerungsvorganges zurückzuführen ist, also eine wirkliche und ursprüng-

liche Sandschaligkeit häufig gar nicht besteht, so mufs man wohl die meisten als Nodosinellen beschriebene Formen den Geschlechtern der Familie Nodosaridae, welchen sie nach ihrer Form zugehören, zuteilen. Thut man dies, so wird das Faunen-Bild ein wesentlich anderes. Das darnach hergestellte Verzeichnis der mir bekannten Formen wird dies veranschaulichen:

Nodosaria (Nodosinella) digitata, Brady,
» » *cylindrica*, Brady,
» » *priscilla*, Dawson,
» » *concinna*, Brady,
» » *index*, Ehrenberg,
» » *lahuseni*, Möller,
» » *tenuis*, Möller,
» *(Haplophragmium) recta*, Brady,
» *(Stacheia) pupoides*, »
Glandulina (Stacheia) fusiformis, »
Geinitzina (Nodosinella) lingulinoides »
» *(Lingulina) atava*, Schwager,
» » *discipiens* »
Dentalina (Nodosaria) fimbriata, Soldani, resp. Walter Howchin.

Diesen Arten dürfte sich noch die aufgewachsene:

Webbina fimbriata, Walter Howchin,

anschliefsen.

Berücksichtigt man ferner, dafs aus dem Permo-Carbon der Alpen zwei Lingulinen und zwar

Lingulina subacuta und
» *lata* von W. Gümbel

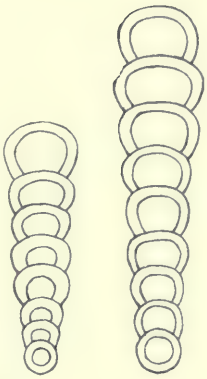
veröffentlicht wurden, so erscheint der Reichtum an Nodosariden in dem Ober-Perm, dem Zechsteine, nicht mehr, wie früher, auffallend, sondern ganz natürlich.

Nach diesen Ausführungen ist es wohl nicht auffallend, dafs sich auch in dem Permo-Carbon von Hooser Nodosariden zahlreich, wenn auch nicht formenreich finden. Ich stellte darin folgende drei Arten, welche drei verschiedenen Geschlechtern angehören, fest, denen sich bei fernerer Untersuchung wohl noch einige weitere zugesellen dürften.

Nodosaria postcarbonica, n. sp. Fig. 7a u. b.

Diese Nodosaria hat die noch im Ober-Perm vorherrschende alte Form und feste Bauart: die Kammern, welche breiter als hoch sind, sitzen mit breiter Basis aufeinander, die Einschnürungen zwischen den Kammern sind seicht, und die Kammerwand ist verhältnismäfsig stark. An Gröfse bleibt sie hinter den Arten des Zechsteins zurück. Ein achtkammeriges kleines Gehäuse mafs 0,21 mm und ein neunkammeriges gröfseres Gehäuse

0,31 mm Länge. Die Mündungen konnte ich in den Schliffen nicht wahrnehmen, wahrscheinlich waren die Schnitte nicht aus der genauen Mitte; ich vermute, dafs die Mündung aus einem einfachen Loche, welches sich auf dem Scheitel der Kammer in die Schale einsenkt, besteht.



Figur 7a. Figur 7b.
Nodosaria postcarbonica, n. sp. Längsschnitte. $\frac{120}{1}$

Geinitzina postcarbonica, n. sp. Fig. 8a, b, c, d.

Das von mir errichtete Geschlecht Geinitzina nannte ich früher Geinitzella, da aber dieser Name bereits verwendet war, habe ich denselben, wie bemerkt, umgeändert.

Die Geinitzinen sind gekennzeichnet durch niedrige, an einer geraden Achse aufgereihte Kammern, das Gehäuse hat eine keilförmige Form und ist zusammengedrückt, auf beiden Breitseiten befindet sich je eine in der Achsenrichtung verlaufende Depression, so dafs die Kammern im Querschnitt Sandalenform haben. Die Kammeroberfläche ist bei den älteren Kammern nur leicht gewölbt, bei den jüngeren Kammern von der Schmalseite nach der Mitte zu mehr oder weniger eingesenkt; in der Mitte dieser Einsenkung liegt die einfache runde oder wenig in die Länge gezogene Mündung.

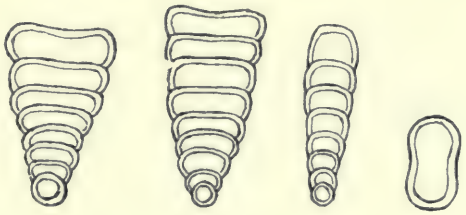


Fig. 8a. Fig. 8b. Fig. 8c. Fig. 8d.
Geinitzina postcarbonica, n. sp. $\frac{75}{1}$
a u. b Längsschnitte, c Längsschnitt durch die Schmalseite, d Querschnitt.

Die *Geinitzina postcarbonica* ist eine sehr kleine Form. Ich zählte im Maximum 9 Kammern bei einer Länge des Gehäuses von 0,32—0,36 mm und 0,17—0,19 m Breite der jüngsten Kammern. Die Embryonalkammer hat einen Durchmesser von 0,05—0,06 mm. Bis zur 5. oder 6. Kammer nehmen die Kammern allmählig an Breite zu, dann bleiben die Kammern von gleicher Breite bis zur Endkammer, wodurch eine spitzzungenförmige Form entsteht. Siehe Figur 8a und b. Die jüngsten Kammern haben eine Tiefe von etwa 0,09 mm, also etwa die Hälfte des Mafses, als die Kammern breit sind. Auf den Breitseiten befinden sich flache, in der Achsenrichtung verlaufende Einsenkungen, so dafs die Kammerquerschnitte eine breite Sandalenform haben. Siehe Fig. 8d.

Die besprochene Art findet sich ziemlich häufig in dem untersuchten Gestein.

Dentalina bradyi, n. sp. Fig. 9.

Die Dentalinen sind im Carbon seltener als die Nodosarien. Auch im Permo-Carbon scheint dies der Fall zu sein. In dem untersuchten Gestein von Hooser fand ich nur den Schnitt eines 4 kammerigen Stückes von 0,26 mm. Es unterscheidet sich von den Nodosarien dieses Gesteins ganz wesentlich. Die Kammern sind bedeutend länger als breit und spitzen sich nach oben zu. Die Spitze, in welcher sich die Mündung befindet, liegt etwas aufserhalb der Achse und zwar nach der eingebogenen Seite zu. Die Kammern sitzen mit breiter Basis auf der nächst älteren, weshalb die Einschnürungen gering sind. Die Embryonalkammer ist kugelig und hat 0,062 mm Durchmesser, die zwei nächsten Kammern haben etwas weniger Durchmesser, während die 4. Kammer mit 0,066 mm Durchmesser etwas mehr erreicht.

Figur 9.
Dentalina bradyi n. sp.
Längsschnitt.
$\frac{120}{1}$

Ich habe diese charakteristische permo-carbonische Dentaline in dankbarer Erinnerung an den verstorbenen berühmten englischen Foraminiferenforscher Henry Bowman Brady *Dentalina bradyi* genannt, der mir wiederholt in der liebenswürdigsten Weise seine Ansichten über einzelne palaeozische Arten mitteilte.

Fusulina, Fischer von Waldheim.

Die bezeichnendsten Foraminiferen für das Carbon sind die Fusulinen. Sie sind infolge ihrer bedeutenderen Gröfse und Häufigkeit früher als die anderen Foraminiferen des Carbons bekannt geworden. Die Fusulinen treten fast unvermittelt im Carbon auf. Sichere Spuren von Fusulinen hat man noch nicht in älteren Ablagerungen gefunden, nur Terquem glaubt dieselben in einem sehr fragwürdigen Steinkern aus dem Devon von Paffrath in Westfalen erkannt zu haben. Im Permo-Carbon verschwinden sie eigentümlicherweise wieder ganz vom Schauplatze.

Die Bauweise der Fusulinen wurde lange nicht richtig erkannt; man nahm für dieselben eine von den anderen Foraminiferen ganz abweichende Bauweise an. Bereits 1891 teilte ich in einem in dem »Verein für Naturkunde« in Offenbach a. M. gehaltenen Vortrage über die Foraminiferen mit, dafs der Bau der Fusulinen ein viel einfacherer sei, als er meist dargestellt werde. Dies wiederholte ich in meiner kleinen Abhandlung über »Die Foraminiferen des deutschen Zechsteins, Nürnberg 1898«. Bald darauf kam mir die Arbeit von Ernst Schellwien über diesen Gegenstand zu Gesicht, in welcher ich die von mir gemachten Beobachtungen bestätigt fand. Ich habe den Beobachtungen Schellwiens nichts Wesentliches hinzuzufügen.

Die Fusulinen haben eine spirale Anordnung der Kammern, welche schnell in die Breite wachsen, so dafs der jüngere Umgang den älteren vollständig einschliefst. Da das nach beiden Seiten gleichmäfsige Breitenwachstum der Kammern bedeutend gröfser ist als das Höhenwachstum, so entstehen Ellipsoide, oder walzenförmige Gehäuse in der Gestalt von Roggenkörnern. Die Kammerdecken sind perforiert, die Zwischenwände nicht. Die Poren stehen, wie bei allen Foraminiferen, in der Hauptsache senkrecht auf der Sarkode. In den Zwischenwänden sind Öffnungen ausgespart, durch welche die Verbindung mit den Nachbarkammern stattfindet, Diese Öffnungen werden von der Decke aus durch dünnere Kalklamellen teilweise geschlossen, wodurch die Zwischenräume gewellt erscheinen. Die sich beim Schalenbau geltend machende Ökonomie äufsert sich, indem nur das längere Zeit freibleibende Deckengewölbe mit Poren zum Aussenden von Plasmafäden versehen wird, während die Zwischenwand, welche durch die Öffnungen schon genug Raum zum Austritt der Plasmafäden gewährt und übrigens sogleich durch eine neugebildete Kammer wieder verschlossen wird, dicht hergestellt wird. Der kürzeste Weg der Sarkode einer eingeschlossenen Kammer, mit der Aufsenwelt zu verkehren, bleibt immer der durch die Poren des Deckengewölbes; durch dasselbe wird wohl auch die Ernährung und die Ausscheidung der von dem Ende der Kammerreihe fernliegenden Sarkodenabschnitte stattgefunden haben.

Eine weitere Äufserung der Ökonomie ist, dafs die Zwischenwände (Septen) und der ältere Umgang auch als Wände der neugebildeten Kammer benutzt werden. Diese Ökonomie macht sich bei den echten Rotaliden nicht geltend; bei diesen werden die Zwischenwände, also die vordere und die hintere, von jedem Sarkodenabschnitte erzeugt, so dafs also bei den Rotaliden Wand an Wand zu liegen kommt.

Es sind zahlreiche Arten von Fusulinen beschrieben worden, welche sich durch die äufsere Gestalt der Gehäuse, also durch das gröfsere oder geringere Seiten- und Höhenwachstum der Kammern, durch die gröfsere oder geringere Zahl der Kammern in einem Umgange, durch die Stärke der Zwischenwände, durch die gröfsere oder geringere Dichtigkeit der Poren im Deckengewölbe u. s. w. von einander unterscheiden.

Auch in dem Permo-Carbon von Hooser finden sich Fusulinen vor, wodurch die Nähe dieser Schichte beim Carbon einesteils und die Entfernung derselben vom Zechstein andernteils, in welchem Fusulinen nicht mehr vorkommen, bewiesen wird.

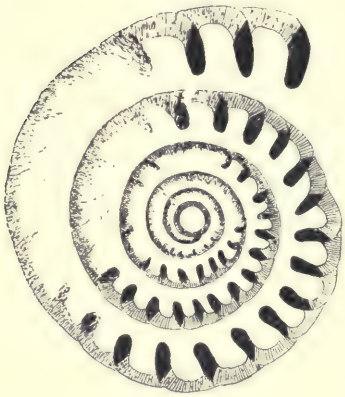
Das vollständige Aussterben des Foraminiferengeschlechtes *Fusulina* im Permo-Carbon war bis jetzt ein Rätsel. Eine fast gleiche Erscheinung zeigt sich uns im Eocän bei den Nummuliten. Diese treten, wie die Fusulinen, fast plötzlich arten- und individuenreich in sehr grofsen Formen auf; ihre Abstammung von älteren Formen ist, wie bei den Fusulinen, noch nicht ganz aufgeklärt, und sie verschwinden fast gänzlich am Ende

des Eocäns. Beide Geschlechter scheinen in eine Sackgasse der Entwickelung geraten zu sein.

Der Bau der Fusulinen und Nummuliten stimmt in vielen Punkten überein: Beide Geschlechter haben die regelmäfsige spirale Aufwickelung der Kammern und den vollständigen Einschlufs (Involutität) der älteren Umgänge durch die jüngeren. Sollte die Involutität, welche die älteren Sarkodenabschnitte zur vollständigen Unthätigkeit verurteilte und den Stoffwechsel in denselben aufserordentlich erschwerte, Entartung der Sarkode herbeigeführt und die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigt haben? Vielleicht wurde auch das Gröfsenwachstum durch die Involutität unnatürlich gesteigert, indem die Lebensenergie durch Vergröfserung des Gehäusumfanges und damit der Zahl der Pseudopodien die Ernährung der eingeschlossenen Sarkodenteile zu erhöhen suchte. Man sieht gerade bei den langlebigen Geschlechtern mit stabiler Entwickelung nur einen sehr wenig involuten Bau, so dafs auch die Sarkode der ältesten Kammern mit der Aufsenwelt noch in unmittelbare Verbindung treten und die Ernährung selbst besorgen kann. Man wird durch einen Vergleich der langlebigen und der kurzlebigen Geschlechter darauf hingewiesen, dafs wohl die Involutität mit eine Ursache des Aussterbens der letzteren gewesen sein möchte.

Es ist eine Aufgabe der Wissenschaft, den Ursachen, welche das frühzeitige Erlöschen dieser beiden Foraminiferengeschlechter herbeigeführt haben, weiter nachzuforschen.

Fusulina cf. regularis, Schellwien, Fig. 10.



Figur 10.
Fusulina cf. regularis, Schellwien.
Querschnitt. $\frac{22}{1}$

Das Gehäuse dieser im Permo-Carbon häufigen Form ist nicht cylindrisch, sondern spindelförmig, d. h., es hat in der Mitte den gröfsten Durchmesser, der nach beiden Seiten zu regelmäfsig, stumpfe Spitzen bildend, abnimmt. Die Zwischenwände sind kräftig und endigen stumpf, sind sogar häufig am Ende etwas angeschwollen. Das Deckengewölbe ist mit zahlreichen Poren durchsetzt. Die Poren, welche mit einem dunklen Metalloxyde erfüllt sind, sind bedeutend feiner als die Pfeiler der Schalenmasse. Obgleich die Schnitte, besonders wenn sie sehr dünn sind, an Deutlichkeit des Bildes zu wünschen übrig lassen, so habe ich doch folgende Zahlen feststellen können:

Centralkammer	0,22	mm	Durchmesser	
1. Umgang	0,43	»	»	und ? Kammern
2. »	0,72	»	»	» ? »

3. Umgang 1,15 mm Durchmesser und 22 Kammern
4. » 1,81 » » » 24 »

Die gröfsten Gehäuse mafsen ca. 9 mm Länge und ca. 3,5 mm Durchmesser.

Die Kammerung entspricht am besten *Fus. cylindrica*, Fischer, bezw. Möller, und *Fus. regularis*, Schellwien. Da die äufsere Form jedoch der letzteren Art entspricht, so glaube ich, dafs sie mit derselben identisch, oder ganz nahe verwandt ist.

Die von H. B. Geinitz aus dem Permo-Carbon von Plattesmouth, Nebraska, unter *Fus. cylindrica*, Fischer, und *Fus. depressa*, Fischer, beschriebenen und abgebildeten Formen scheinen mit der hier besprochenen identisch zu sein.

Fusulina sp.

Es findet sich in dem Gestein von Hooser noch eine kleinere Form, deren Kammerwände, der Gröfse entsprechend, dünn sind. Ich erhielt davon keine centralen Schnitte. Bei dem vermutlichen 2. und 3. Umgange zählte ich 12 und 14 Kammern. Zu näherer Bestimmung genügten die Schnitte nicht, weshalb ich auch keine Abbildung gebe.

Das Permo-Carbon von Hooser hat uns also mit 7 Foraminiferen-Geschlechtern bekannt gemacht, und zwar mit

Ammodiscus mit 1 Arten,
Bigenerina » 1 »
Monogenerina » 2 »
Textularia » 1 »
Nodosaria » 1 »
Geinitzina » 1 »
Fusulina » 2 »

Hiervon ist das Geschlecht *Monogenerina*, welches nur auf das Permo-Carbon beschränkt zu sein scheint, neu. Die anderen Geschlechter sind uns bereits aus dem Carbon bekannt. Die Anwesenheit von *Fusulina* gibt der Fauna einen mehr carbonischen Charakter, das häufige Auftreten der Nodosariden mit 3 Arten verweist dieselbe jedoch in die untere Grenze des Perms.

Das alpine Permo-Carbon hat nach teilweiser Bearbeitung von W. Gümbel geliefert:

Trochammina vulgaris und crassa
Endothyra ridiifera und simplex
Tetrataxis (-Valvulina) alpina
Lingulina subacuta und lata
? Bulimina contorta.

Drei Geschlechter sind uns hiervon aus dem Carbon bekannt und zwar:

Trochammina
Endothyra
Tetrataxis.

Das Fehlen von *Fusulina* weist den alpinen Ablagerungen ein jüngeres Alter zu, wie den amerikanischen. Das Auftreten von *Lingulina* in 2 Arten zeigt ebenfalls, dafs diese Schichten dem Ober-Perm näher liegen, als die amerikanischen. Dasselbe würde das Auftreten des Geschlechts *Bulimina* thun, an dessen thatsächlichem Vorkommen ich jedoch zweifle, da das Ober-Perm noch keine diesem Geschlechte angehörende Art geliefert hat.

Die Anwesenheit von *Endothyra* und *Tetrataxis*, welche bis jetzt im Ober-Perm noch nicht nachgewiesen wurden, weisen den alpinen Schichten eine tiefere Lage als dem Ober-Perm, dem Zechstein, an.

Also auch die Foraminiferen bestätigen die Bezeichnung des Hooserer Gesteins als von permo-carbonischem Alter.

Vorgeschichtliche Denkmäler in der Umgebung von Nürnberg.

Mit 17 lithographierten Tafeln und 7 Plänen im Text.

Von

Ludwig Wunder.

Inhalt.

Seite

Einleitung 197

I. Fundbeschreibungen:

1) Stöcklach 200
2) Buchenberg 203
3) Langenzenn 204
4) Lind 205
5) Schwend 207
6) Balgeten 209
7) Nonnenberg-Platte 211
8) Vogelherd 212
9) Hirschberg 217
10) Labersricht 224
11. Walkersbrunn 233
12. Gerauer Anger 236
13. Beckenzipfel 237
14. Racknitzgarten 239
15. Alfalter 240
16. Houbirg 241
17. Streitberg 241
18. Pfünz 242

II. Zusammenfassung der Resultate 243

III. Die Methoden des Grabens 248

Einleitung.

Im Folgenden sind die Arbeiten der naturhistorischen Gesellschaft auf dem Gebiet der Vorgeschichte von Nürnbergs Umgebung besprochen, soweit dieselben nicht schon früher*) bekannt geworden sind oder gleichzeitig Veröffentlichung finden**). Das in Betracht kommende Arbeitsgebiet ist vorwiegend der Osten und Nordosten der Umgegend von Nürnberg, also das Pegnitzthal und die kahlen Hochebenen des fränkischen Juras; obwohl die Gelände im Süden, Westen und Norden der Stadt nicht weniger reich an vorgeschichtlichen Resten sind, wurden sie bis jetzt nur in einigen Fällen einer Untersuchung gewürdigt. Ein interessantes und vielleicht dankbares Gebiet harrt dort noch einer Durchforschung, die vorzunehmen, eine Verdoppelung unserer Arbeitskräfte erfordern würde!

Um eine genaue Kontrolle der Arbeiten zu ermöglichen und um den Ergebnissen einen bleibenden Wert zu verleihen, war es notwendig, die Lage der einzelnen vorgeschichtlichen Denkmäler genau zu bestimmen und in geeigneten Karten aufzubewahren. Als solche erwiesen sich die Flurpläne der kgl. Katasterkommission, deren es 63 bedurfte, um die bis jetzt vermessenen Örter aufzunehmen. Die Vermessung wurde in folgender Weise ausgeführt: handelte es sich beispielsweise um Feststellung einer Grabhügelgruppe, so mufsten zuerst wenigstens zwei feste Punkte des Flurplans im Freien aufgesucht werden. Als solche Fixpunkte mochten Grenzmarkungen, Quellen, Bachkrümmungen, Brücken, Wegkreuzungen und Kirchtürme dienen; doch war zu beachten, dafs die Markungen oft verschüttet, die Brücken verlegt und ausgefahrene Wege durch neu entstandene, anders verlaufende ersetzt waren. Waren zwei Fixpunkte sicher gewonnen, so wurde mit langen Stäben die durch sie bestimmte Linie abgesteckt; mit dem Winkelspiegel wurden die Mittelpunkte der einzelnen Hügel auf diese projiziert, mit dem Bandmafs die Entfernungen der erhaltenen Fufspunkte von den Fixpunkten und von den Hügelmitten bestimmt. In geeigneten Fällen mufste die Vermessung mit Dreiecken diese Methode ersetzen.

*) vgl. Festschrift zur Begrüfsung des XVIII. Kongresses der deutschen anthropologischen Gesellschaft in Nürnberg, Nürnberg 1887, v. Ebner'sche Buchh.
vgl. Abhandlg. der Naturh. Ges. Nürnberg VIII. Bd. 1889.
vgl. ebenda, XI. Bd. 1898.

**) vgl. diese Festschrift.

Stets wurde mit Kontrollmessungen die vorgenommene Aufnahme geprüft. Auf diese Weise hat die naturhistorische Gesellschaft bis jetzt die Lage von 253 vorgeschichtlichen Grabhügeln, 45 Trichtergruben und 11 Flachgräbern bestimmt und in die Flurpläne der kgl. Katasterkommission eingetragen. Über hundert Grabhügel, ebensoviele Trichtergruben und eine Anzahl von Flachgräbern harren noch der Vermessung. Mehrere Schüsselsteine auf Felsen oder kahlen Bergvorsprüngen müssen gleichfalls untersucht werden. Bis jetzt sind 107 Grabhügel, 3 Flachgräber und 3 Trichtergruben untersucht worden. Über die angewandten Methoden der Abgrabung, welchen am Schlufs dieser Arbeit ein eigenes Kapitel gewidmet ist, sei hier vorläufig bemerkt, dafs man sich früher meist mit Durchstichsgräben oder central eingestochenen Trichtern begnügte; durch diese Grabungsweise, welche allerdings wenig Arbeit und Kosten verursachte, welche auch bei bewaldeten Hügeln häufig benutzt werden konnte, ohne die Bäume zu schädigen, wurden viele Funde für immer zerstört, viele blieben unentdeckt im Randwall verborgen. Deshalb gelangte im Jahr 1887 die ausgezeichnete Methode v. Cohausen's zur Anwendung, welche im Jahr 1897 noch eine später zu besprechende Verbesserung erfuhr und seitdem bei sämtlichen Grabungen verwendet wurde. Viele wichtige Ergebnisse verdanken wir ausschliefslich der Gründlichkeit dieser Art der Untersuchung.

Bevor wir die Besprechung der Funde eröffnen, sei erwähnt, dafs die prähistorischen Denkmäler in der Umgebung von Nürnberg hauptsächlich zwei Zeitaltern angehören:

1) der Hallstatt-Periode von ca. 800 bis 300 v. Chr. G.; in dieser hochentwickelten Kulturperiode ist die Mehrzahl der vorgeschichtlichen Reste entstanden.
2) der Broncezeit von etwa 1200 bis 900 v. Chr. G.; sie ist uns in Hügelgräbern bis jetzt uur ost- und nordwärts vom Rande des fränkischen Juras begegnet; in der Ebene, welche Nürnberg von diesem Rande trennt, scheint die Broncezeit nur in Flachgräbern vertreten zu sein, welche von aufsen nicht erkennbar sind und ähnlich den modernen Gräbern angelegt wurden.

Ganz vereinzelt begegnen uns Funde aus der jüngeren Steinzeit oder neolithischen Periode, welche ohne bestimmt abzugrenzenden Ursprung der Broncezeit voranging. Die Höhlen der fränkischen Schweiz, in welchen diese Zeit in reichster Blüte vertreten ist, kommen für diese Besprechung nicht in Betracht.

Noch seltener sind die Reste aus den Jahrhunderten, welche auf die jüngere Hallstattzeit folgten: der La-Tène-Periode, bis um Christi Geburt, und aus der fränkisch-alemannischen Zeit der Reihengräber. In allen Fällen ist es die, dank regem Verkehr und Handel schon in jenen dunklen Zeitläuften allerorts gleiche Mode, welche uns das Alter eines

Fundes zu beurteilen erlaubt, weil sie den unscheinbarsten Gegenständen ihr charakteristisches Gepräge verleiht.

Manche, mit der herrschenden Meinung kontrastierende Ansicht mufste in diesen Blättern ihren Ausdruck finden, weil sie sich bei der Arbeit im Felde uns aufdrängte. Möchte dies nicht als eigensinniger Widerspruch gegen die Autorität hochverehrter Männer gedeutet werden! Denn wir halten es für besser, eine gewonnene Überzeugung dem Kampfspiel der Diskussion preiszugeben, selbst auf die Gefahr hin, dafs sie von mächtigeren Rivalen zu Tode gezaust werde, als ihr durch zagendes Verschweigen ein zweckloses Scheinleben im eigenen Kopfe zu wahren.

Grabhügel im Waldteil Stöcklach bei Rückersdorf,

abgegraben am 28. und 30. März 1896.

(Jüngere Hallstattzeit. Leichen beerdigt. Nachbestattungen.)

Vergl. die Tafeln 2 und 14.

Der Hügel lag im Staatswald, Forstamt Behringersdorf, und war gerade holzfrei geworden. Er war rund, hatte 11 m Durchmesser und 0,80 m Höhe. Durch lose Sandsteine an seiner Oberfläche, welche nach der geologischen Beschaffenheit des Bodens hier nicht entstanden sein konnten, war der unscheinbare Hügel als künstlicher Aufwurf gekennzeichnet.

Die Abgrabung wurde mit 4 Arbeitern in zwei Tagen nach dem v. Cohausen'schen System vorgenommen. Die Funde wurden in der Reihenfolge notiert, wie sie sich beim Vordringen vom Umfang gegen die Mitte ergaben. Über den Bau des Hügels ist folgendes zu bemerken: er war auf einem ziemlich dichten Pflaster gröfserer Sandsteine errichtet, welches am Umfang das Niveau des äufseren Bodens hatte, gegen die Mitte sich etwas tiefer senkte. Ein regelmäfsig angeordneter Steinkranz war nicht zu erkennen. Der Hügel selbst bestand aus regellos mit Erde vermengten Sandsteinen von Faustgröfse bis zum Gewicht von vier Zentnern. Im Norden und Osten war Sand, im Westen waren Steine das vorherrschende Baumaterial. Im Süden hörte bei 3,3 m Entfernung von der Mitte das Steinpflaster auf, an seiner Stelle fanden sich nur vereinzelte Sandsteine. Auch im Osten herrschte schon in 2,5 bis 3 m Entfernung von der Mitte die Erde vor. Urne Nr. 26 (vgl. unten) mit den darin befindlichen (nicht calcinierten) Knochenresten lag tiefer als der äufsere Boden, offenbar in einer künstlichen Vertiefung.

Die Gesamtmenge der zum Aufbau des Hügels verwendeten Steine mochte etwa 100 Fuhren betragen. Eine erstaunliche Menge, wenn man bedenkt, dafs sie von dem etwa eine halbe Stunde entfernten Buchberg hergeschafft werden mufsten.

Die Abgrabung dieses Hügels liefs deutlich erkennen, dafs derselbe während der jüngeren Hallstattperiode zu wiederholten Malen als Begräbnisstelle benützt worden war; denn zwei parallele Brandschichten ziehen horizontal durch den centralen Stock des Grabhügels, eine untere, in 50—60 cm Tiefe, und eine obere, in 10—15 cm Tiefe unter der höchsten Stelle des Hügels von etwa 3 qm Gröfse, und in beiden fanden sich bestattete Leichen. Folglich mufsten die Bestattungen in der oberen Brand-

schichte zu einer späteren Zeit stattgefunden haben als die der unteren Schichte. Nun ist es interessant, dafs auch die verschiedenen Bestattungen in einer Brandschichte nicht gleichzeitig erfolgten: das geht daraus hervor, dafs sich schon am Umfang des Hügels vereinzelte Knochen (Nr. 9) und Scherben fanden, welche einer älteren Bestattung angehört haben mufsten und erst durch eine später erfolgte Nachbestattung umhergestreut sein konnten: denn diese, oft mehrere Meter weit zerstreuten Scherben liefsen sich nachträglich zu hübschen Urnen zusammensetzen (vgl. Urne 4, Urne 16), obwohl ihre Bruchflächen alt und nicht mehr so scharf waren, wie sie hätten sein müssen, wenn die Scherben in historischer Zeit zerstreut worden wären. Diese Möglichkeit ist auch durch die im ganzen intakte Beschaffenheit der oberen Brandschichte ausgeschlossen, welche nur an einer Stelle durch die Ausgrabung eines Baumstrunks freigelegt war.

Die untere Brandschicht enthielt nahe der Mitte drei bestattete Leichen, von welchen eine — A — in der Richtung von Norden nach Süden gelegt war, während die beiden anderen — B und C — von Südost nach Nordwest gerichtet lagen. Die besondere Lage des Kopfes war bei keiner der Leichen feststellbar, weil die Schädel durch die Last der Grabdecke zertrümmert waren.

Beigaben der Leiche A: Neben dem linken Arm stand Urne Nr. 16 aus gelblich grauem Thon, der zur Erhöhung seiner Härte mit Sand vermengt ist. Graphitüberzug fehlt, doch ist die Urne in ihrer unteren Hälfte deutlich von Rufs geschwärzt. Dicht neben dem oberen Rand befinden sich die Narben von zwei nicht mehr erhaltenen kleinen Henkeln — Schnurhenkeln —, welche einander diametral gegenüberlagen.

Neben dem linken Fufsende lagen die Trümmer einer Thontasse Nr. 18 mit sehr kleinem, konkavem Boden. Der Thon hat dieselbe Beschaffenheit, wie der von Urne 16. In geringer Entfernung von der linken Hüftgegend lag das stark vom Rost zerfressene Eisenmesser Nr. 19, dessen einfache Form in den Hügeln unserer jüngeren Hallstattzeit häufig wiederkehrt. Nahe dem Griffende sind noch deutlich die Reste einer eisernen Niete erkennbar.

Beigaben der Leiche B: In mäfsiger Entfernung vom linken Oberarm lagen Teile der Urne Nr. 5 aus sandhaltigem, stark rufsgeschwärztem Thon. Andere Beigaben fehlen. Die Knochen dieser, wie der vorhin genannten Leiche sind so schlecht erhalten, dafs aus denselben kein sicherer Schlufs auf das Geschlecht der Leichen gezogen werden konnte.

Beigaben der Leiche C: Die Reste dieser, südöstlich von B gelegenen Leiche sind etwas besser erhalten und gehören einem weiblichen Körper von ziemlich kleiner Statur und zartem Knochenbau an.

Nach dem ersten Knochenfund wurde das Skelett sorgfältig blofsgelegt, um die relative Lage der Broncebeigaben festzustellen. Da fanden sich an jeder Schulter eine einfache Armbrustfibel Nr. 28 a und b, deren Broncedrahtspiralen 6 bezw. 8 Windungen bilden.

Neben dem Brustbein lag das Broncehakenfragment 28 d und die Kugelnadel 28 c. Die hohle Kugel der letzteren besteht aus zwei mit den Rändern ineinander gesteckten halbkugeligen Schalen; die transversal hindurchgesteckte Nadel verhindert, dafs die Schalen auseinander fallen.

Die Unterarme, welche dem Körper anlagen, trugen je drei sehr schön erhaltene »Steigbügel« — Ringe Nr. 22 und Nr. 25 in sorgfältig geordneter Lage. Form und Ornamentierung dieser Bronceringe kehren in unserer mittelfränkischen Hallstattzeit häufig wieder. Unter dem rechten Unterarm befand sich auffallender Weise eine ziemlich grofse Urne Nr. 26 von breitgedrückt birnförmiger Gestalt: ein recht unpraktisches, aber schönes Gefäfs mit sehr kleinem Boden, aus sandhaltigem Thon gebrannt, völlig rufsgeschwärzt. In der Urne lagen Knochenreste der Hand.

Neben dem Kopfe, rechts, lag das dickwandige Thonschälchen Nr. 15, von gelbroter Farbe, rufsfrei. Die Erhaltung und Anordnung aller Beigaben dieser Leiche machten den Eindruck, dafs sie von liebevoller Hand sorgfältig an den Platz gestellt waren, welchen sie nach dritthalbtausend Jahren noch einnahmen.

In grellem Kontraste zu dieser Handlungsweise haben spätere Geschlechter bei den Nachbestattungen verfahren, welche die obere Brandschichte des Hügels enthält. Da die drei Leichen der unteren Brandschichte im Niveau des äufseren Bodens lagen (nur die merkwürdige Urne Nr. 26 stand in einer besonderen Vertiefung des Bodens), so mufsten sie bei der Leichenfeier frei auf den Boden gelegt und nach dem Erlöschen der Totenfeuer mit Erde und Steinen überschüttet worden sein. Um den Leichengeruch scheint man sich zu jener Zeit nicht viel gekümmert zu haben, denn die Erd- und Steinlage über den Leichen war kaum 80 cm dick, und dies an der höchsten Stelle des Hügels!

Anstatt nun den ohnehin sehr flachen Hügel zu erhöhen, wie dies anderen Orts (vgl. Labersricht Seite 224) stets geschah, gruben die Männer der jüngsten Hallstattzeit ihren Toten ganz seicht in die Mitte des vorhandenen Hügels ein, dabei in wenig pietätvoller Weise die Urnen- und Leichenteile der älteren Bestattungen umherstreuend. So leicht machten sich jene dieses Geschäft, dafs die gänzlich verwitterten Reste der nachbestatteten Leiche nur 10 cm tief unter der Oberfläche der Mitte sich fanden. Ein einziger, sehr schlecht erhaltener Ring aus Broncedraht von halbkreisförmigem Querschnitt und die reizende Urne Nr. 8 bilden die spärlichen Beigaben. Letztere, aus rötlichem, feinem Thon gebrannt und schön graphitiert, ist von umgekehrt birnförmiger Gestalt mit steilem Hals. Ihre Konturen sind ungemein schön geschwungen.

Aus den durch diese Nachbestattung zerstreuten Scherben der unteren Brandschicht, zu welcher auch Teile der Urne Nr. 16 gehörten, liefs sich ein dickwandiger Topf Nr. 4 aus ordinärem gelbem Thon, von äufserst roher Form und nachlässiger Herstellungsart zusammensetzen.

Einige sehr dicke Scherben Nr. 17 aus gelbem Thon besitzen eigenartige, an Steinzeitornamente erinnernde, Fingereindrücke am Rand.

Endlich fand sich unter diesen umhergestreuten Resten noch ein Bruchstück eines ziemlich grofsen Eisenmessers Nr. 19a, an welchem indessen nichts Bemerkenswertes zu erkennen ist.

Grabhügel auf dem vorderen Buchenberg,

abgegraben am 13. August 1896.

(Zeit unbestimmt. Erdbestattung.)

Der Hügel lag 827 m in ostnordöstlicher Richtung von der Kirchturmspitze des mittelfränkischen Dorfes Entenberg entfernt auf der höchsten Stelle des Berges, im Niveau des weifsen Juras. Sein Durchmesser mafs allerwärts 10 m, die Höhe 1,1 m. Er war solid und kunstlos aus den Kalkplatten errichtet, in welchen der an Ort und Stelle vorkommende weifse Jura stets bricht. Aus eben solchen Steinen erbaut ist ein Damm von 4½ m Breite und 30 cm Höhe, welcher sich vom Hügel aus in der Richtung WSW/W zieht, und ebenso eine gröfsere Anzahl langgestreckter Erhöhungen von 3 m Breite und kaum 10 cm Höhe, welche diesem Damm sämtlich parallel laufen. Sie sind vielleicht als vorgeschichtliche Hochäcker anzusprechen, da der gröfste derselben unter unserem Grabhügel durchzieht, also vor diesem errichtet sein mufs.

Mit 5 Arbeitern aus Entenberg, unter welchen sich auch der liberale Besitzer des Hügels, Herr Konrad Kellermann, befand, wurde die Abgrabung nach dem v. Cohausen'schen System früh um 6 Uhr begonnen und im Laufe eines Tages beendigt. Die rasche Arbeit erklärt sich, abgesehen von den unbedeutenden Funden, dadurch, dafs der Hügel offenbar auf einer natürlichen Erhöhung des Bodens errichtet war und in Wirklichkeit nur etwa 30 cm Höhe hatte.

Fast genau in der Mitte des Hügels lagen auf dem natürlichen Boden die Trümmer eines Menschenschädels, und in nord-nordwestlicher Richtung von demselben die stark verwitterten übrigen Knochen dieser Leiche. Unter diesen Knochen fanden sich deutliche, stellenweise zu einem Brandplatz sich häufende Kohlenspuren; indessen waren die Knochen keineswegs vom Feuer versehrt oder calciniert. In der linken Brustgegend lag ein kleines Vogelknöchelchen. Von Beigaben fand sich keine Spur, nicht einmal ein Scherbchen von Urnen.

Ostsüdöstlich vom Schädel, in 1½ m Entfernung, fanden sich ganz geringe Reste einer zweiten Leiche, welche auf dem natürlichen Boden wahrscheinlich in südöstlicher Richtung lag. Dabei lagen einige ganz schwarze, dickwandige Scherbenstückchen, welche sich nicht zu einem Gefäfs zusammensetzen liefsen. Andere Beigaben fehlen auch hier.

Deshalb war es nicht möglich, die Zeit zu bestimmen, in welcher dieser geheimnisvolle Hügel auf einsamer Bergeshöhe errichtet worden sein mag.

Grabhügel bei Langenzenn.

(Jüngere Hallstattzeit mit Leichenverbrennung. Nachbestattungen.)
Vergl. Tafel 3.

Von Herrn Privatier Paul Craemer in Dambach wurde der naturhistorischen Gesellschaft im Januar des Jahres 1896 mitgeteilt, dafs auf der höchsten Stelle des Hardtwaldes bei Langenzenn ein auffallend grofser, anscheinend von Menschenhand errichteter Hügel sei. Eine Schürfung, welche daraufhin vorgenommen wurde, führte zur Auffindung des Bronce-rings Nr. 25 und bestätigte damit die Vermutung.

Der Hardtwald ist ein Höhenzug nördlich von Langenzenn, welcher den Zenngrund im Norden begrenzt. Seine höchste Stelle, genau südlich von Buschendorf, war von diesem Hügel bekrönt, von welchem man vor dem Aufstreben des benachbarten Waldes eine umfassende Aussicht geniefsen konnte. Er hatte eine ungewöhnliche Gröfse, im Vergleich mit den übrigen Grabhügeln in der Umgebung von Nürnberg: einen Umfang von fast 100 m (30 m im Durchmesser) und eine Höhe von 2,5 m. Die Oberfläche war mit Gras und Heidekraut bewachsen und liefs hie und da vereinzelte Sandsteine hervorlugen.

Die systematische Abgrabung erfolgte in den Tagen vom 12. bis 16. Oktober 1896 unter der sachkundigen Leitung des praktischen Arztes Herrn Dr. Wilhelm Bernett aus Nürnberg. Es waren während dieser Zeit 21 Mann mit der Grabung beschäftigt. Die ungewöhnliche Gröfse des Hügels erforderte schon kurze Zeit nach dem Beginn der Grabung die Anlegung von zwei, später sogar von drei Terrassen übereinander, um einen gefahrbringenden Einsturz der hochgeschichteten Stein- und Erdmassen zu vermeiden. Mit dieser Modifikation hat sich die v. Cohausen'sche Grabungsmethode selbst für so grofse Hügel glänzend bewährt.

Das wertvollste Ergebnis der Untersuchung ist der Bau dieses in der jüngeren Hallstattzeit errichteten Hügelgrabes. Seine Hauptmasse war aus schön geschichteten Sandsteinquadern ohne Zwischenlage von Erde aufgebaut, und es waren dazu 1100 Fuhren Steine notwendig. Die Mühe, welche die Männer der Hallstattzeit auf den Bau dieses Mausoleums verwendeten, erregt unsere Bewunderung, wenn wir bedenken, dafs die Steine aus einem Steinbruch im Thal der Würzburger Bahnlinie herbeigeschafft worden sind. Sie mufsten eine Stunde weit unter Überwindung einer beträchtlichen Steigung transportiert werden. Der Umfang des Hügels war durch einen gewaltigen Steinkranz abgeschlossen; Platten von über 1 m Länge, 0,6 m Höhe und 0,3 m Dicke waren mit kleiner Neigung nach

aufsen dicht aneinander gestellt zu einem Kreis von 28 m Durchmesser, welcher nur im Norden eine Lücke aufwies, im Osten dafür ein Stück weit doppelt angelegt war. Der Steinbau des Hügels hielt allseitig 2 m Abstand von diesem Steinkranz. Das Ganze war mit einer Erdschichte von durchschnittlich 0,7 m Dicke überworfen und hatte sich dadurch Jahrtausende lang den Nachforschungen Neugieriger entzogen.

Der Steinbau war genau in der Mitte des Hügels durch einen zylindrischen Hohlraum von 2 m Durchmesser senkrecht durchbohrt, welcher mit festem Lehm vollgestampft war. Schon die oberen Partien des Lehmzylinders zeigten vielfach gerötete Farbe, welche die Einwirkung des Feuers verriet. Am Grunde mehrten sich diese Anzeichen, ausgedehnte Brandschichten, weifsgebrannte Knochenreste, geschmolzene Broncespuren traten hinzu: ein gewaltiges Leichenfeuer hatte fast Alles zerstört. Der Lehmzylinder barg in seinem unteren Teil neben weifsgebrannten Schädeltrümmern die schlecht erhaltenen Reste der einfachen Armbrustfibeln Nr. 31, 34 und 38, der Kahnfibel Nr. 42 und das Fibelschlufsstück Nr. 37, nahe der Oberfläche den von einer Nachbestattung rührenden Broncering Nr. 25. Der Grund der Hügelmitte war einst von wahrhaft zahllosen, zum Teil mit Graphit und Ornamenten geschmückten Urnen umstellt, ähnlich wie es bei den Hügeln der Nekropole Beckersloh*) beobachtet wurde; aber die ungeheure Steinlast hatte sie zu kleinen Scherben zerdrückt, aus welchen kaum ein Gefäfs gewonnen werden könnte. Auch die Formen der Gefäfse, soweit sie aus den Scherben erkennbar sind, zeigen viel Ähnlichkeit mit denen der Gruppe Beckersloh. Unter den Ornamenten herrscht das schraffierte Dreieck, der Wolfszahn, vor als Verzierung des Randes. Der Broncering Nr. 11 und das Eisenmesser Nr. 10 rühren von zwei Nachbestattungen nordwestlich und nordöstlich von der Mitte; sie haben die einfachen, typischen Formen, wie sie in der Hallstattzeit unseres Gebiets massenhaft auftreten. Der plattgedrückte Ring Nr. 17 lag südlich der Mitte, ganz seicht im aufgeschütteten Boden.

Obwohl die Funde aus diesem Hügel wegen ihrer einfachen, längst bekannten Formen wenig Interesse erwecken, macht der merkwürdige Steinbau mit dem gigantischen Plattenkranz das Ergebnis der Grabung für die Forschung wertvoll.

Die Trichtergruben bei Lind.

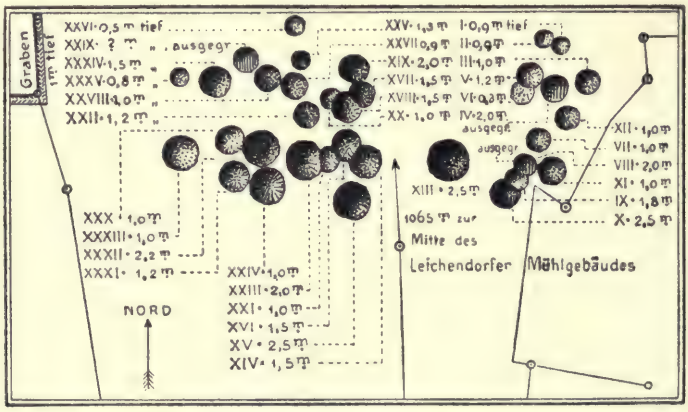
Bei dem Dorf Lind in der Nähe von Fürth in Mittelfranken befinden sich auf einem sanft nach Norden geneigten Abhang etwa 70 trichterförmige Vertiefungen im Boden. Der Durchmesser ihres oberen Randes wechselt zwischen 1 und 14 m, ihre Tiefe zwischen 0,5 und 2,5 m. Die grofse Anzahl der Gruben, ihre benachbarte Stellung, die luftige, trockene

*) Vergl. diese Festschrift.

Lage des geschützten Platzes, endlich die offenbar künstlich bewirkte Abböschung der Nordseite des Platzes, welchen die Gruben einnehmen, legten den Gedanken nahe, dieselben möchten Teile vorgeschichtlicher Wohnungen gewesen sein.

Diese Vermutung wurde bestärkt, aber nicht einwandsfrei bewiesen durch das Ergebnis der Untersuchung von drei verschiedenen Gruben: Nr. IV, VIII und XXIX unseres Planes.

Die Gruben Nr. IV und Nr. VIII wurden am 13. März 1897 untersucht. Nachdem die 30 cm dicke Humusschichte am Grund ausgehoben war, stiefs man auf rötlich gelben Lehm, in welchen eine ziemlich dichte Holzkohlenschicht und vereinzelte, regellos verteilte, Sandsteine eingebettet waren. Beide Gruben boten im wesentlichen dasselbe Bild. Aufser den Holzkohlen fand sich gar nichts, das auf früheren Aufenthalt von Menschen hätte schliefsen lassen: kein Werkzeug, kein Thonscherben, keine organischen Reste. Auch die chemische Untersuchung des Lehms ergab nur



Linder Buck mit Trichtergruben.
1 : 2230.

normale Bestandteile: Kieselerde, Thonerde, Eisenoxyd, geringe Mengen Kalk, Spuren von Phosphorsäure. Die Holzkohlen sehen und fühlen sich genau ebenso an, wie die aus vorgeschichtlichen Grabhügeln entnommenen; dies will freilich nicht viel heifsen und beantwortet keinesfalls die Frage: wie lange brauchte die 10 cm dicke Lehmschichte, welche die Holzkohlen überdeckte, zu ihrer Entstehung?

Auch die Untersuchung der dritten Grube Nr. XXIX gab darüber nicht Aufschlufs. Eine Grube im eigentlichen Wortsinn war das gar nicht mehr, denn sie war fast bis an den Rand mit Erde aufgefüllt; aber die Ausfüllung war so nachlässig geschehen, die Oberfläche so schlecht eingeebnet, dafs man als ringförmigen Graben noch deutlich den oberen Rand der Grube erkannte. Nachdem die aus lehmiger Erde bestehende Ausfüllung wieder herausgeschaufelt war, fanden sich thatsächlich in 1 m Tiefe auf dem ganzen Boden der früheren Grube Holzkohlen und unter

diesen, 20 cm tiefer, eine gewaltige horizontale Sandsteinplatte von 1,2 m Länge, 0,6 m Breite und 0,25 m Dicke. Daneben lagen zwei kleinere Platten und ringsum eine gröfsere Anzahl Steinknollen. Unter diesen Steinen kam der natürliche Boden (Keuperletten) zum Vorschein, der nichts Auffallendes mehr enthielt.

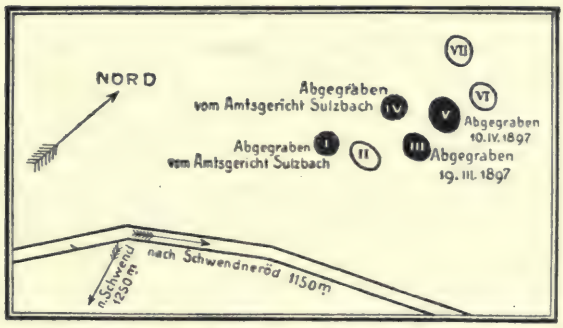
Die merkwürdige Steinplatte mag als Feuerherd gedient haben.

Die übrigen Trichtergruben sind bis jetzt noch nicht untersucht; aber wir sind der Meinung, dafs eine gründliche und exakte Erforschung möglichst vieler derselben das einzige Mittel sei, um die wichtige Frage zu lösen. Freilich müssen die geringe Aussicht auf Erfolg und die bedeutenden Kosten mit in den Kauf genommen werden.

Grabhügel V bei Schwend in der Oberpfalz.

(Broncezeit. Leichenverbrennung. Nachbestattung.)

Vergl. die Tafel 5.



Grabhügelgruppe bei Schwend, südwestl. von Sulzbach.
1 : 2726.

Die Nekropole, welcher dieser Grabhügel angehörte, wurde an dieser Stelle schon früher*) ausführlich beschrieben von Justin Wunder, in einem Bericht über die Ausgrabung des Hügels III dieser Gruppe. Herr Kommerzienrat J. Bing, der Urheber jener Ausgrabung, veranlafste den Verfasser, dieser Arbeit wenige Wochen später, auch den mit V bezeichneten Hügel abzugraben und schenkte auch das Resultat dieser Grabung der naturhistorischen Gesellschaft.

Der Hügel war von ovaler Form mit einer gröfsten Längenausdehnung von 11 m in der Richtung von Osten nach Westen; seine Breite betrug 8 m, die Höhe ungefähr 1 m. Die am 10. April 1897 vorgenommene Abgrabung zeigte, dafs er aus lehmiger Erde und Dolomitsteinen, die oft die Gröfse von Blöcken erreichten, ohne regelmäfse Anordnung der letzteren errichtet war und zwar auf einer starken Brandschicht im Niveau des äufseren Bodens. Schon am Umfang des Hügels fanden sich allerseits

*) Abhandl. d. Naturh. Ges. XI. Band. S. 13.

Holzkohlenreste, welche sich gegen die Mitte zu einer kontinuierlichen Schicht verdichteten. Vereinzelte aschgrau gefärbte Dolomitsteine, welche sich zerstreut fanden, scheinen diese Farbe durch die Glut des Feuers bekommen zu haben.

Genau in der Mitte des Hügels lagen auf der Brandschichte Reste weifsgebrannter Menschenknochen, zu kleinen Stückchen zerfallen; ferner kurze Stückchen Spiralfedern aus Broncedraht und mehrere unqualifizierbare Scherbenstückchen aus geschlämmtem Thon. Die Broncespiralen (vergl. Tafel 5 Nr. 17) sind offenbar durch Aufwickeln eines dünnen Drahtes auf einen Stift von $1^1/_2$ mm Dicke hergestellt, welcher dann wieder herausgezogen wurde.

Genau südlich, 1,3 m von der Mitte, lag auf der Brandschicht eine schöne Pfeilspitze aus Bronce (Tafel 5 Nr. 11), welche vermutlich derselben Leiche angehörte, weil sich keine Spur von Knochenresten dabei fand. Sie ist zweischneidig, schön geschliffen, und hat einen hohlen Schaft, welcher sich in das Blatt als stützende Mittelrippe fortsetzt. Der Schaft hat seitlich ein länglich rundes Loch, durch welches jedenfalls der befestigende Stift in den Holzschaft geschlagen wurde.

Während die Knochen dieser centralen Leiche, welcher offenbar der Hügel ursprünglich errichtet wurde, völlig weifsgebrannt waren und dadurch die Anwendung der Feuerbestattung verrieten, deutete das Vorkommen von Knochen, welche dem Feuer nicht ausgesetzt waren, an zwei anderen Stellen desselben Hügels auf später erfolgte Nachbestattungen. Die näheren Umstände des Lokalbefundes machen diese Vermutung fast zur Gewifsheit. Genau östlich von der Mitte und 3 m von ihr entfernt lag eine in der Nord-Südrichtung ausgestreckte, bestattete Leiche. Der Schädel lag südlich, die Beine nördlich von der den Hügel halbierenden Ost-Westrichtung. Die Knochen, obwohl durch die schweren Steine ganz zerdrückt und von dem Wurzelnetz der Bäume fast aufgezehrt, waren noch in schön geordneter Lage. Die Leiche hatte gar keine Beigaben und lag im Niveau des äufseren Bodens.

Sie war offenbar in den bereits früher errichteten Hügel seitlich eingescharrt worden, wofür auch die peripherische Lage spricht.

In geringerer Entfernung (1,10 m) nord-nordöstlicher Richtung von der Mitte, aber nur 30 cm tief unter der Oberfläche des Hügels, lag die bestattete Leiche eines Erwachsenen in der Ost-West-Richtung, mit dem Schädel im Osten, und dicht neben der linken Hüftgegend die zarten Reste der Leiche eines Kindes. Beider Knochen waren in wohlerhaltener, natürlicher Lage, aber von derselben mürben Beschaffenheit, wie bei dem eben beschriebenen Skelett. Der Schädel des Kindes war in papierdünne Stücke zerfallen. Seine Knochen erstreckten sich kaum auf die Länge eines halben Meters: es mufste noch sehr klein gewesen sein. Mitten unter den Resten seines Schädelchens lag ein kleiner, steigbügelförmiger Ring aus 1 mm starkem Broncedraht (Tafel 5 Nr. 13), der wohl als Ohrring diente.

Andere Beigaben fanden sich nicht, nicht einmal Scherbchen. Von letzteren wurden, im ganzen Hügel zerstreut, etwa eine Hand voll gesammelt; sie sind teils ziegelrot, teils schwarz, aber alle entbehren der Ornamente, alle besitzen alte, verwaschene, nicht mehr zusammenpassende Bruchflächen und legen uns die Frage vor: wo sind die übrigen Teile der Gefäfse, zu welchen sie gehören?

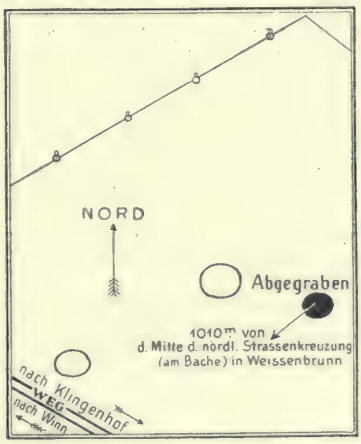
Die Pfeilspitze, die Spiralröhrchen aus Broncedraht und der feingeschlämmte, sandfreie Thon der Mehrzahl von den wenigen Scherbenstücken machen es wahrscheinlich, dafs die zentrale Feuerbestattung in der Broncezeit stattfand.

Nekropole im Waldteil Balgeten bei Weifsenbrunn.

(Jüngere Hallstattzeit. Erdbestattung in einer Grabkammer.)

(Vergl. die Tafel 2.)

Auf dem Hochplateau des weifsen Juras, in nordöstlicher Richtung von dem oben genannten Dorf Weifsenbrunn, steht ein kleiner Fichtenwald auf einem Platze, der im Mund des Volks Balgeten heifst; vor grauer Zeit soll dort ein Dorf gleichen Namens gestanden sein, welches nach einem Brande von seinen Insassen für immer verlassen worden sei.



Grabhügel im Klingenhofholz an der Balgeten auf dem Weifsenbrunner Berge.
1 : 2000.

Der Wald ist im Südwesten von einem nach dem Dorfe Winn, und im Südosten von einem nach Offenhausen führenden Fuhrweg begrenzt; der Punkt, in welchem sich beide kreuzen, ist in der Luftlinie 1065 m ostnordöstlich von der Mitte des Dorfes Weifsenbrunn entfernt.

Ungefähr 160 m nordwestlich von diesem Kreuzungspunkt liegen im Wald vier kleine, länglichrunde Grabhügel nahe bei einander (vgl. die oben gegebene Skizze).

Hügel I und Hügel III wurden am 7. Oktober 1897 abgegraben, während die Hügel II und IV intakt bleiben mufsten, weil sie mit Wald bestanden sind.

Hügel III hatte von Süden nach Norden $5\frac{1}{2}$ m, von Osten nach Westen 7 m Durchmesser und eine Höhe von $\frac{1}{2}$ m. Obwohl dieser Hügel aus Steinen und Erde genau ebenso aufgebaut war, wie alle übrigen Grabhügel im Juragebiet, und daher wohl auch ein solcher sein mufste, ergab die Abgrabung gar keinen Anhaltspunkt für diese Annahme. Der Hügel hatte kein Inventar.

Hügel I war noch kleiner, aber trotzdem relativ ergiebig: er mafs von Norden nach Süden 4 m, von Osten nach Westen 5 m in der jeweils

gröfsten Ausdehnung, und war gleichfalls ½ m hoch. Er war aus Erde und Kalksteinen von durchschnittlich Kopfgröfse kunstlos auf ebener Erde errichtet und enthielt genau in der Mitte eine wirkliche, aus 5 Steinplatten zusammengestellte Grabkammer. Aufserhalb der letzteren fand sich gar nichts Prähistorisches, nicht einmal Kohlenspuren oder Scherbchen Die Grabkammer hatte die folgende Konstruktion:

Auf einer riesigen Steinplatte von zwei Zentnern Gewicht, welche horizontal in die ebene Erde eingelassen war, standen als Seitenwände im rechten Winkel zu einander und zur Grundplatte 4 Steinplatten von durchschnittlich 60 cm Länge, 40 cm Breite und 15 cm Dicke; je zwei Platten standen parallel zur Nord-, Süd- und zur Ost-Westrichtung. Die Kammer war oben offen und von hier aus mit demselben Material gefüllt, aus welchem der übrige Teil des Hügels bestand. Die nach Süden gekehrte Seitenwand war aber nach innen gesunken und hatte einen Teil des Kammerinventars herausgedrückt, so dafs grofse Unordnung konstatiert wurde.

Der Inhalt der Kammer bestand aus einer gröfseren Zahl von Skelettresten, welche von Baumwurzeln innig durchwachsen und von innen heraus fast aufgezehrt waren. Sie lagen, wie dies bei den geringen Dimensionen der Kammer erklärlich ist, ohne erkennbare regelmäfsige Anordnung und gehörten mindestens zwei Personen an: einem erwachsenen Menschen und einem Kinde; von diesem waren der Oberarm und zwei Zähne gut erhalten. Ein einziges Stückchen schwarzbraunen Scherbens lag mitten unter den Knochen. Im nordwestlichen Eck der Kammer, durch die Fuge zwischen den Steinen nach aufsen gerutscht, lag ein massiver ornamentierter Bronce-armreif auf dem Rand der Grundplatte (vergl. Tafel 2 Nr. 1).

In der Nähe, auf der Innenseite, lagen die beiden Hälften eines zerfallenen Stöpselrings und im südöstlichen Eck lag ein ebensolcher, gut erhaltener Stöpselring aus Bronce (vergl. ebenda Nr. 2.) Der Bronce-Armring hat die Form und Gröfse der »Steigbügelringe« (vergl. Stöcklach Nr. 22 und 25). Der gröfste Durchmesser seines Lumens beträgt 7,3 cm, der kleinste, zu diesem senkrecht stehende, 5,4 cm. Der Querschnitt des gegossenen Rings ist oval und hat eine gröfste Breite von 6 mm. Die dem Arm zugewendete Innenseite ist glatt und zeigt die goldgelbe Farbe der Bronce; die gegenüberliegende Lichtseite ist ornamentiert; die in der Ringebene liegenden Seiten sind plattgedrückt, als ob der Ring zwischen zwei Schleifsteinen abgerieben worden wäre.

Die Ornamentierung der Aufsenseite besteht aus je 7 eingeritzten Querstrichen, welche mit je 4 rautenförmig angeordneten eingepreften Punkten regelmäfsig abwechselnd von einem Ende des Rings über den Rücken zum anderen Ende ziehen.

Die sieben Querstriche haben gleiche Abstände von einander und nehmen 9 mm der Ringlänge in Anspruch.

Die Stöpselringe sind aus einfachem dünnem Bronceblech kahnförmig gebogen und zeigen die für die Hallstattzeit charakteristische Form. Doch sind sie ungewöhnlich klein, da ihre lichte Weite durchschnittlich nur 15 mm, ihre gröfste Breite 6 mm beträgt.

Grabhügel in den Distrikten Platte und Koppenried am Nonnenberg.

(Zeit unbestimmt. Calcinierte Knochen. Tierknochen.)

Der Jurazug, zu welchem der oben*) erwähnte Buchenberg gehört, erreicht in seiner nordwestlichen Fortsetzung im Nonnenberg den landschaftlich schönsten Charakter. Eine grofse Anzahl von prähistorischen Grabhügeln trägt der bewaldete, langgestreckte Gipfel dieses Berges, von welchen im Frühjahr 1898 zwei durch Abholzung des Waldbestandes für unsere Bestrebungen in Betracht kamen:

ein kleiner Hügel im Distrikt Koppenried, 925 m von der Kirche des mittelfränkischen Dorfes Entenberg in nördlicher Richtung, mit einer Abweichung von 2,8° nach Westen, entfernt; ein Hügel im Distrikt Platte, 1130 m von der Entenberger Kirche nördlich, mit einer westlichen Abweichung von 4½°, entfernt.

Der Hügel im Waldteil Koppenried hatte allerseits 9 m Durchmesser und eine gröfste Höhe von 0,70 m. Er wurde uns vom Besitzer des Waldes, Herrn Lehr, bereitwillig und unentgeltlich zur Abgrabung überlassen. Leider enthielt dieser Hügel nicht mehr an Fundgegenständen, als eben genügte, um den nackten Beweis seiner künstlichen Entstehung zu liefern: von den kunstlos aufgeschichteten Kalksteinen waren viele durch Feuer gerötet, und etwas über dem Niveau des äufseren Bodens fanden sich an vielen Stellen Holzkohlenreste.

In der Mitte lag auf dem Boden eine grofse Kalksteinplatte von 90 cm Länge, 60 cm Breite und 20 cm Dicke, welche mit zwei kleineren Platten bedeckt war: aber nirgends eine Spur von Bronce, Thonscherben oder Knochenresten.

Der Hügel im Staatswald Platte war langgestreckt und mafs von Nordost nach Südwest 14 m und quer zu dieser Richtung 9 m im Durchmesser und annähernd 1 m in der Höhe. Er hatte die einfache, stets wiederkehrend Bauart aus Kalksteinen und Erde und enthielt gleichfalls viele vom Feuer gerötete Steine**).

*) Seite 203.

**) Der Jurakalk enthält fast stets geringe Mengen von Eisen in Form von Ferrokarbonat oder Ferrihydroxyd; während ersteres den weifsen Kalk gar nicht, letzteres, in geringer Menge, nur schwach gelblich färbt, gehen beim Glühen beide in leuchtend rotes Ferrioxyd über.

Das ganze Inventar des Hügels war auf einen kleinen, von der Mitte aus südwestlich ziehenden Platz zusammengedrängt, fast durchweg in einer Tiefe von 0,40 m unter der Hügeloberfläche.

Zunächst der Mitte lagen einige Stückchen weifsgebrannter Knochen und Scherbenstücke. Dann folgten gegen Südwesten die Fufsteile einer wahrscheinlich in dieser Richtung ausgestreckten bestatteten Leiche, welche indessen nicht sicher nachgewiesen werden konnte, da sich von derselben keine weiteren Knochen fanden aufser einem ziemlich gut erhaltenen Unterkiefer mit prächtigen, stark abgenützten, hellgelben Backzähnen. Dieser lag etwa 1,8 m südwestlich. Dagegen fanden sich westlich von den Fufsknochen einige Reste einer bestatteten Leiche in einer Entfernung von 1,5 m; es ist zweifelhaft, ob dieselben zu dieser oder zu einer dritten, gleichfalls unvollständig erhaltenen, Leiche gehörten. Auch dort lagen einige Thonscherben. Andere Beigaben fehlen bei sämtlichen Knochenresten.

Doch ist es interessant, dafs der Platz, auf welchem die Teile dieser zwei bis drei Leichen so nahe beisammen lagen, im Westen, Süden und Südosten von den unverkennbaren Resten eines Gelages oder Opfers umringt war: diese bestanden aus einem Milchzahn und Knochen vom Rind (neben der zweiten Leiche), einer Klaue vom Rind, einem alten Backzahn vom Rind, einem Hauer vom Eber und einem jungen Rinderzahn, welche in der Reihenfolge der Anfzählung an verschiedenen Punkten lagen. Auch der gröfsere Teil der nicht sehr zahlreichen Thonscherben lag auf diesem Halbring bei den Resten des Mahls, und nicht, wie man erwarten sollte, bei den Leichen. Die Scherben sind sehr roh, mürbe und klein, sämtlich mit alten Bruchflächen, welche sich nicht zu einem Gefäfs vereinigen liefsen. Die flache Wölbung einiger Scherben läfst auf sehr weite Gefäfse schliefsen, andere scheinen tellerartigen Typus zu verraten; bei wenigen Randstücken ist dieser mit rohen Fingereinerücken ornamentiert. Die Thonmasse ist rauh und löcherig, grofsenteils ohne Sandzusatz: dies würde auf die Broncezeit hinweisen. Die Scherben sind nicht graphitiert, aber vielfach durch den Gebrauch geschwärzt.

Möchte die Abgrabung benachbarter Hügel doch einmal das Geheimnis enthüllen, welches die Hügel dieser Gegend für uns noch immer enthalten, vor allem hinsichtlich der Zeit ihrer Entstehung!

Nekropole im Waldteil Vogelherd bei Weifsenbrunn.

(Broncezeit. Erdbestattung. Nachbestattungen,)

Vergl. die Tafel 5.

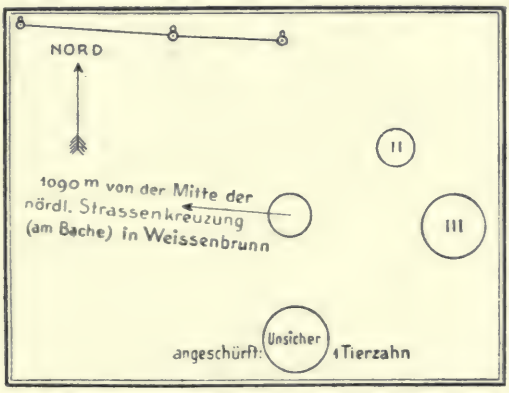
Drei kleine Grabhügel befanden sich in geringer Entfernung von einander auf dem anmutigsten Plätzchen hoch im weifsen Jura: die Stelle liegt von der Strafsenkreuzung des mittelfränkischen Dorfes Weifsenbrunn in östlicher Richtung 1100 m entfernt, in der Luftlinie gemessen. Der Waldteil führt den Namen Vogelherd und gehört der Gemeinde Weifsen-

brunn, welche uns die Erlaubnis zur Ausgrabung der Hügel bereitwilligst und ohne besondere Entschädigung gewährte.

Die kleine Nekropole liegt nahe dem aussichtsreichen Rande des Weifsjuraplateaus und in bemerkenswerter Nähe von dem am 10. Juni 1897 abgegrabenen Broncezeithügel im Waldteil Breitenloh*) (in annähernd nordöstlicher Richtung 1215 m von diesem entfernt).

1) Hügel I hatte nur 9 m Durchmesser und 0,70 m Höhe und war auf einer etwas nach Süden sich neigenden Fläche aus den Kalkplatten des weifsen Juras mit wenig Erde aufgebaut. Mit horizontalen Steinplatten war zuerst die ebene Erde bedeckt worden und auf diesem Steinpflaster war der Hügel aus abwechselnd horizontal und vertikal gestellten Platten aufgeschichtet.

In diese Steinplatten eingebettet, lag genau östlich und in 3 m Entfernung von der Mitte ein menschliches Skelett weiblichen Geschlechts.



Grabhügelgruppe auf dem Vogelherd auf dem Weifsenbrunner Berge.
1 : 1412.

Die Leiche war von Norden nach Süden orientiert, mit dem Kopf im Norden. Dieser war zwischen zwei Steinplatten vollkommen plattgedrückt worden. Auffallend ist auch hier, dafs die Leiche so seicht in den Hügel eingegraben war: die Knochen befanden sich nur 0,20 bis 0,30 m tief unter der Hügeloberfläche. An Beigaben fanden sich aufser einigen schwarzbraunen, undefinierbaren Scherbenstückchen, mehrere scharfkantige Feuersteinsplitter in der Nähe der rechten Schulter und ein Broncearmring am linken Handgelenk.

Ein Stückchen Moder am linken Fufsende liefs unter dem Mikroskop zwar Fasern erkennen, welche die chemischen Reaktionen der Cellulose gaben, aber sie waren ohne jede regelmäfsige Anordnung und wir halten sie daher nur für halbverwitterte Wurzelfasern.

Der Broncearmring ist kreisrund aus glattem Draht von gedrückt ovalem Querschnitt gebogen und so eng, dafs nur eine sehr zart gebaute

*) Abhandl. d. Naturhist. Ges. XI. Bd. Seite 8.

Hand hindurchschlüpfen konnte (Nr. 4). Denn seine lichte Weite beträgt nur 61 mm, seine Breite 5, die Dicke 2 mm. Die Bronce ist unter der graugrünen Patina von kupferroter Farbe.

Die Leiche besitzt eine Länge von 1,55 m; die Armknochen sind ausnehmend schwach.

Die Bruchflächen der Scherben sind alt und passen trotz sorgfältigsten Probierens nicht aufeinander. Diese Thatsache läfst nur zwei Deutungen zu:

1) entweder wurden die beizugebenden Gefäfse bei der Bestattung absichtlich zertrümmert und die Scherben umhergestreut;

2) oder die Leiche gehört einer Nachbestattung an, gelegentlich welcher die Urnenbeigaben älterer Bestattungen umhergestreut wurden und so in die Nähe der nachbestatteten Leiche kamen.

Die letztgenannte Erklärung halte ich angesichts zahlreicher Analogiefälle (vergl. Stöcklach und Hirschberg, sowie Beckersloh) für die wahrscheinlichere. Für sie spricht auch die peripherische und seichte Lage des Skeletts, welches ohne Anwendung der gründlichen v. Cohausen'schen Grabmethode kaum gefunden worden sein dürfte; ferner der Umstand, dafs die übrigen 3—4 Leichen, welche in dem Hügel bestattet worden waren, sämtlich in gröfster Unordnung zerstreut lagen.

Es fanden sich nämlich noch im Verlauf der Grabung:

im Westen, 2 m von der Mitte, zertrümmerte Schädelknochen in 30 cm Tiefe;

im Westen, 1 m von der Mitte, ein Oberschenkelknochen, 70 cm tief;

im Süden, 1 m von der Mitte, zwei Oberschenkelknochen und Beckenteile, auch ganz verwitterte Teile der übrigen Knochen;

im Norden, 1,7 m von der Mitte, ein Armknochen;

im Südwesten, 2 m von der Mitte, Arm- und Schenkelknochen und mehrere Feuersteinsplitter. Gleichzeitig fanden sich an allen diesen Stellen vereinzelte Scherbchen mit alten Bruchflächen, die nicht mehr zusammenpafsten.

Obwohl die sparsamen Beigaben der in diesem Hügel bestatteten Leichen keine Anhaltspunkte für eine Zeitbestimmung geben, glaubten wir doch aus dem einfachen Bau des Hügels, aus der seichten Bestattungsweise der Leichen, aus der Anwesenheit der vielen Feuersteinsplitter entnehmen zu dürfen, dafs es sich um einen Bronceitfriedhof handelte. Diese Vermutung wurde durch das der Broncezeit angehörende Inventar des benachbarten Hügels III später sehr wahrscheinlich gemacht.

Die Bedeutung der Feuersteinsplitter, welche sich in den meisten Grabhügeln unseres Juragebietes in wechselnder Anzahl finden, scheint uns noch keineswegs aufgeklärt. Sie machen zunächst auf jedermann den Eindruck, als seien sie mit der Wertschätzung, welche nur unentbehrlichen Gegenständen gebührt, dem Verstorbenen zur Seite gelegt worden. Dafs man diese Splitter nicht blofs in Hügeln der Broncezeit, sondern auch in

solchen der älteren und jüngeren Hallstattzeit findet, kann dahin gedeutet werden, dafs in der Metallzeit in solchen relativ armen Gegenden, um welche es sich hier handelt, der Feuerstein immerhin noch das billigste Material zur Herstellung von Messern war. Es wäre erklärlich, wenn ein solches Material nicht so rasch aus dem Gebrauch gekommen wäre.

Indessen sprechen doch gewichtige Gründe dafür, dafs diese häufig wiederkehrenden Feuersteinsplitter überhaupt keine absichtlich geschaffenen Artefakte sind. Es gehört zu den typischen Kennzeichen der Regionen des oberen weifsen Juras und des Dolomits, dafs alle Kieselsäure, welche in anderen geologischen Formationen in Gestalt von Sanden und Sandsteinen auftritt, hier sich in Form von dichten Feuersteinknollen von muscheligem Bruch findet. Diese Knollen sind einzeln oder in Nestern dem Kalk- und Dolomitboden eingestreut. Fast jede Kalkplatte, welche wir in diesen Formationshorizonten vom Boden aufheben, enthält einen oder mehrere eingewachsene Quarzknollen, und wirft man die Platte auf einen Stein, so kann man oft beobachten, wie der Feuerstein mit hellem Klang in dünne Splitter springt. Diese Splitter sind nach Form und Eigenschaften nicht von den Feuersteinmessern zu unterscheiden, welche die neolithischen Bewohner unserer Jurahöhlen in gleicher Weise hergetellt haben uufsten. Da alle Grabhügel, in welchen wir bis jetzt Feuersteinsplitter gefunden haben, entweder ganz aus solchen Kalkplatten oder mit Verwendung derselben gebaut waren, so müssen ja bei dem Zusammenwerfen dieser Steine Feuersteinsplitter entstanden sein. Thatsächlich fanden sich diese stets durch den ganzen Hügel zerstreut; durchaus nicht immer als Beigaben neben der Leiche, sondern oft in solcher Entfernung von den Bestattungsplätzen, dafs wir uns vergeblich bemühten, einen Zusammenhang derselben mit der Fundstelle festzustellen.

2) Hügel II hatte nur 7 m Durchmesser und ½ m Höhe; er wurde zwei Jahre später, am 26. August 1899, mit acht Arbeitern in gleicher Weise abgegraben. Nur an einer Stelle, im Süd-Südwesten nahe dem Umfang, fanden sich verwitterte Reste menschlicher Knochen, deren ursprüngliche Lage durch die darüber lastende Steinmasse so verschoben war, dafs sie nicht mehr festgestellt werden konnte. Beigaben fehlten vollständig. Diametral gegenüber, gleichfalls nahe dem Umfang fand sich ein gut erhaltener zweiter oder dritter Schaufelzahn vom Rind und, im übrigen Hügel zerstreut, etliche kleine schwarzbraune Scherben mit alten Bruchflächen, aus welchen nichts mehr zusammengesetzt werden konnte. Das ganze, ärmliche Inventar lag nur 30—35 cm tief unter der Hügeloberfläche. Interessanter war der am gleichen Tage abgegrabene

Hügel III. — Anscheinend hatte dieser runde Hügel eine Höhe von 1,2 m über dem Nieveau des äufseren Bodens bei einem Durchmesser von 13 m. Im Verlauf der Abgrabung stellte sich jedoch heraus, dafs der Hügel auf einer natürlichen Bodenerhöhung errichtet war, so dafs die aufgeschüttete Schichte nur eine Mächtigkeit von 0,4 m besafs.

Auf dieser natürlichen Bodenerhebung lagen, auf eine Fläche von etwa 4 m Radius verteilt, die Knochen von mindestens fünf menschlichen Skeletten. Da die Leichen nur mit einer, überdies sehr locker geschichteten, Steinlage von kaum 40 cm Dicke bedeckt waren, sind die Knochenreste teilweise zu Mehl zerfallen und nicht mehr bestimmbar. So waren von einigen Schädeln nur noch die Zähne und papierdünne Reste der Kieferknochen erhalten. Die Zähne sind gelblichweifs, gut erhalten, stark abgenützt an der Schneide.

Holzkohlenreste, die sich sonst stets auch bei bestatteten Leichen fanden, fehlen hier vollständig. Ebenso auffallend ist, dafs sich, abgesehen von einem halben Dutzend kleiner dunkler Scherbchen mit alten Bruchflächen keine Spur von etwa beigegebenen Urnen fand. Die gleiche Wahrnehmung haben wir in den, übrigens ziemlich seltenen, Grabhügeln der Broncezeit in Nürnbergs Umgebung öfter gemacht, so dafs es den Anschein hat, dafs der Broncezeit der Gebrauch noch fremd war, dem Toten jene oft enorme Menge von Thongefäfsen mitzugeben, welche für die Grabhügel unserer Hallstattzeit stereotyp ist.

Drei von den fünf Leichen waren jeglichen Schmuckes bar; sie lagen, ein annähernd gleichseitiges Dreieck markierend, in fast gleichem Abstand (etwa 3 m) von der Mitte. Von ihnen bot die am nördlichsten gelegene (genau nördlich, 3,2 m von der Mitte) ein bemerkenswertes situs-Bild: sämtliche Knochen dieses Skeletts lagen in natürlicher Reihenfolge auf einer Kalksteinplatte von 1,16 m Länge, 0,7 m Breite und 0,20 m Dicke. Da die Knochen unzweifelhaft einem ausgewachsenen Individuum angehört haben mufsten, mufs daselbe in zusammengekauerter oder hockender Stellung auf den Stein gelegt worden sein.

Die vierte Leiche lag 2,4 m nordwestlich von der Mitte; in ihrer Bauchgegend fand sich ein Broncedrahtring.

Die fünfte Leiche nahm genau die Mitte des Grabhügels ein. Bei derselben lag, dicht an der rechten Seite des Schädels, ein interessanter Broncedolch.

Der Broncering (Tafel 5 Nr. 10) ist aus einem $2^1/_2$ mm dicken Broncedraht von rautenförmigem Querschnitt etwas unrund gebogen; die Enden des Drahtes sind hakenförmig umgebogen und federnd in einander gehängt. Die Patina ist glänzend graugrün. Der Ring scheint zum Zusammenhalten des Gewandes gedient zu haben, wie dies in unserer Gegend zur Broncezeit Gebrauch war (vergl. Labersricht, Hügel VII, Nr. 23). Da der Durchmesser des Ringes 3 cm beträgt, kann er weder als Arm-, noch als Fingerring verwendet worden sein.

Der Bronzedolch hat eine Länge von 118 mm und eine gröfste Breite von 25 mm in der Nähe des griffwärts gerichteten Endes (vergl. Tafel 5 Nr. 17). Seine Form kommt dem der botanischen Systematik entlehnten Ausdruck lineal-lanzettlich am nächsten, mit spatelförmigem Griffende. In der Medianlinie zur gröfsten Dicke anschwellend, läuft diese prächtige

Klinge nach beiden Seiten in zwei scharfe, fast etwas hohl geratene Schneiden aus, welche geradlinig konvergieren, bis sie sich am unteren Ende mit sanfter Beugung zur Spitze vereinigen. Die Schneiden sind nicht geschliffen, sondern gehämmert (»gedengelt«), wie man aus der unregelmäfsigen Spiegelung deutlich erkennt.

Das obere, griffwärts gerichtete, Ende ist gleichfalls zu einer scharfen Schneide kurz ausgehämmert und war offenbar mittelst dieser in einem Holzgriff eingekeilt, wie die Feuersteindolche der neolithischen Zeit, als deren getreue Kopie in Metall wir diese schöne Waffe wohl betrachten müssen. Der Griff mag wohl von hartem Holz gewesen sein, da er das obere Dolchende nicht tief fassen konnte, weil dasselbe von der Schneide aus in steilem Winkel schon nach 12 mm zur gröfsten Dicke anschwillt.

Diese Befestigungsweise machte die Nietlöcher, welche die späteren Dolche der Broncezeit am Griffende besitzen, entbehrlich.

Die ganze Waffe ist schön poliert, so dafs die makellose, prachtvoll grasgrüne Patina noch jetzt lebhaft glänzt. So einfach die Form dieses Dolches ist, so spricht doch aus allen Conturen ein so kunstvolles Ebenmafs, dafs es uns an den klassischen Formensinn altgriechischer Meister gemahnt. Wenn die Form des Schwerts wirklich das Endglied einer aus der Dolchform quellenden Entwickelungsreihe ist, so mufs dieser Dolch wohl die älteste vorbildliche Form gewesen sein. Deshalb rechnen wir diese Bestattung und mit einiger Wahrscheinlichkeit auch die benachbarten Hügel I und II zur älteren Broncezeit.

Drei Grabhügel im Waldteil Hirschberg bei Behringersdorf.

(Jüngere Hallstattzeit. Feuerbestattung. Nachbestattung.)

Vergl. die Tafeln 4 und 13

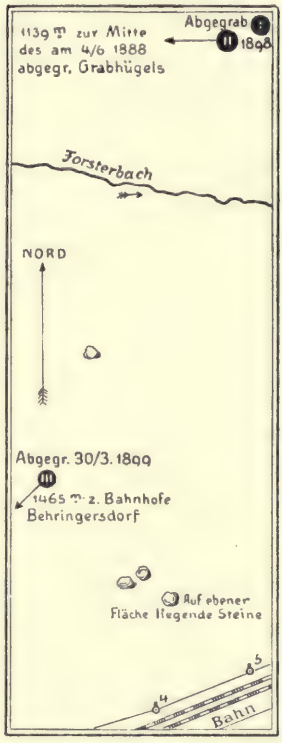
Am 4. Juni 1888 hat die Naturhistorische Gesellschaft in Nürnberg einen im Waldteil Finkenlach, 1250 m nördlich vom Bahnhofsgebäude der Station Behringersdorf bei Nürnberg, gelegenen Grabhügel abgetragen; das interessante, der jüngeren Hallstattzeit angehörende, Inventar wurde im gleichen*) Jahre an dieser Stelle beschrieben.

Genau östlich von diesem Grabhügel und 1150 m von ihm entfernt, wurden zehn Jahre später nach Abholzung des Waldbestandes zwei unscheinbare Erderhöhungen sichtbar, deren Form uns vermuten liefs, es möchten dies gleichfalls Grabhügel sein. Lose aus dem Boden hervorragende Steine, welche zum Teil auf die schmale Kante gestellt waren, bestärkten die Annahme, welche durch die am 18. März 1898 erfolgte Abgrabung der beiden Hügel zur Gewifsheit wurde. Wir bezeichnen den nordöstlich gelegenen von ihnen mit I (vgl. umstehende Skizze) und den süd-

*) Dr. B. Baumüller und Dr. S. von Forster, ein Grabhügel bei Behringersdorf im Pegnitzthal. Abhandl. d. Nat.-Ges. VIII. Bd., 1888.

westlich liegenden mit II. Ihre Mittelpunkte sind 26 m von einander entfernt.

Hügel I. Die Dimensionen des runden Hügels ergeben sich aus dem Durchmesser von 14 m und einer gröfsten Höhe von 1,2 m. Er war zweifellos nicht mehr intakt: ein diametraler Graben zog sich von Süden nach Norden an der Mitte etwas westlich vorbei und war schon vor der Abtragung als oberflächliche Einsenkung erkennbar. Es ist kaum zu bezweifeln, dafs der beste Teil des Inventars dem Hügel in früherer Zeit auf diesem Weg entnommen worden ist. Wenn es noch eines Beweises bedarf, dafs dabei mehr räuberisch als rationell verfahren worden sein mufs, so kann ein solcher darin erblickt werden, dafs wir in der Erde, mit welcher der alte Durchstich aufgefüllt war, aufser vielen durcheinander geworfenen Scherben das obere Dritteil eines Oberschenkelknochens von einem Erwachsenen mittlerer Statur fanden. Dasselbe zeigt keine Spur der Einwirkung von Feuer, während die übrigen Reste von Leichen, welche im Hügel zum Vorschein kamen, heftig calciniert sind. Solche fanden wir nur an einer Stelle im Hügel: süd-südwestlich von der Mitte, 1 m entfernt, lagen auf einer mächtigen Brandschicht im Niveau des äufseren Erdbodens eine halbe Handvoll kleiner, weifsgebrannter Knochenstückchen. Der Graben des früheren Durchstichs lief darüber hinweg: er war nicht tief genug angelegt, um diese Stelle zu berühren.



Grabhügelgruppe am Hirschberg bei Behringersdorf.
1 : 7316.

Die Fundstelle dieser Knochenreste lag gerade in der Mitte zwischen zwei, etwas östlicher gelegenen, Thongefäfsen, die zwar durch den Erddruck zertrümmert, aber sonst noch unversehrt waren: die Schüssel Nr. 24 (Tafel 13) lag 0,7 m südlich von der Mitte, 0,5 m unter der Hügeloberfläche, in umgestürzter Stellung auf einen Steinklumpen gepreſst: eine Lage, die ihr mit Absicht gegeben worden sein kann. Die grofse, nicht vollständig restaurierbare Urne Nr. 25 war ebenfalls südlich von der Mitte, 1,3 m entfernt und 0,5 m tief unter der Hügeloberfläche.

In nördlicher Richtung, 1,5 m von der Mitte entfernt, waren in einer Tiefe von 0,7 m unter der Hügeloberfläche die Scherben der beiden Gefäfse 19a und 19b, zum Teil über einander liegend.

Eine starke Brandschicht etwas tiefer als das Niveau des äufseren Bodens war im Osten, 3 m von der Mitte entfernt, aufgedeckt worden, doch enthielt sie weder Skelettreste noch irgend welche Beigaben.

Eine nicht unbedeutende Menge von ziemlich rohen Thonscherben von teils roter, teils schwarzer Farbe lag zerstreut im ganzen Gebiet des Hügels; ihre Bruchflächen, Ränder und Ecken waren zu verwaschen, als dafs ein Zusammenpassen möglich gewesen wäre.

Beschreibung der Gefäfse. Die Gefäfsfunde aus Hügel I zeigen das Aussehen der Urnen in der jüngeren Hallstattzeit. Am auffallendsten prägt es sich in der Form und Graphitbemalung der Schüssel Nr. 24 aus: sie ist von graubrauner Farbe und enthält auf dem Boden der Innenseite ein mit halbfingersdicken Graphitstrichen gezeichnetes Quadrat, in welches ebenso kunstlos ein Kreis einbeschrieben ist. Dieser berührt nicht ganz die Seiten des Quadrats. Zwei auf einander senkrechte Durchmesser des Kreises stehen zu den Seiten des Vierecks annähernd parallel und zerteilen die ganze Figur in vier Quadranten, von welchen einer aussieht, als ob er gegen die anderen verschoben wäre. Die ganze Zeichnung hebt sich vom umgebenden Thon nur durch den Glanz des Graphits ab, kaum durch die Farbe.

Das Gefäfs Nr. 19a ist aus gelbrotem Thon, dessen Farbe an manchen Stellen in das lebhafte Rot der terra sigillata hinüberspielt. Die Ähnlichkeit mit der Farbe von Gefäfsen aus Grabhügel II (s. unten) läfst vermuten, dafs dies die ursprüngliche, durch den Gebrauch abgeriebene Farbe war.

Die einfache Schüssel Nr. 19b von graugelbem Thon gibt sich durch die starke Berufsung der Aufsenseite als ein viel gebrauchtes Gefäfs zu erkennen. Die übrigen Scherben haben in Farbe und Beschaffenheit des Thons einen ähnlichen Charakter. Es verdient Beachtung, dafs der Thon dieser, wie fast aller Gefäfse der mittelfränkischen Hallstattzeit, durch eine Beimengung von Sand widerstandsfähiger gemacht ist.

Der eingangs erwähnte Fund eines vom Feuer nicht versehrten Oberschenkelstücks zeigt, dafs auch dieser Grabhügel aufser der von uns festgestellten Leichenverbrennung wenigstens eine Erdbestattung enthalten hat. Wir werden kaum irren, wenn wir diese als eine Nachbestattung betrachten.

Hügel II. Diese Grabstätte hatte 15 m Durchmesser und 1,20 m Höhe und war anscheinend durch die Bohrversuche sandsteinsuchender Bauern im Norden und Nordwesten verletzt. An diesen beiden Löchern vorbei lief ein Damm von 10 m Länge, 2 m Breite und 0,5 m Höhe in der Richtung von Norden nach Süden über den Hügel, dessen gröfste Höhe in den übrigen Teilen somit nur 0,70 m betrug. Dieser Damm war in prähistorischer Zeit errichtet worden, wie aus der Lage der Broncefunde Nr. 24, 27, 29 und 30 hervorgeht, welche sich im Niveau seiner Basis befanden.

Die Knochenreste, welche dieser Hügel enthielt, waren durch heftigen Weifsbrand in kleine, klingend harte, blendend weifse und mit Quer- und Längsrissen durchzogene Stückchen zerfallen, so dafs sie kaum als menschliche Knochenreste zu identifizieren wären, wenn eine Ursache gegeben

wäre, daran zu zweifeln. An drei Stellen wurden solche calcinierte Knochenreste gefunden: 1) ost-nordöstlich von der Mitte in 3,5 m Entfernung, im Niveau des äufseren Bodens. Bei dieser Partie lagen gar keine nennenswerten Beigaben, wenn man von vielen zerstreuten Scherben mit alten Bruchflächen absieht; denn solche lagen ohne erkennbare Ordnung in ziemlicher Menge in der ganzen südöstlichen Hälfte des Hügels, während die nordwestliche Seite nur zwei Scherbenstücke enthielt. Unter den erstgenannten befand sich das hübsch ornamentierte Stück Nr. 12.

2) nördlich in 1,3 m Entfernung von der Mitte, wenig über der Höhe des äufseren Bodens, etwa eine Handvoll calcinierter Knochenreste. Südlich neben dieser Stelle lag die einfache, durch Feuer beschädigte Fibel Nr. 29, aufserdem mehrere vereinzelte Thonscherben.

3) west-nordwestlich in 1 m Entfernung von der Mitte ebensolche Knochenreste, aber im Niveau der Hügeloberfläche, und zwar 0,5 m unter der Mitte des oben genannten Dammes. Es ist zwar nicht ganz sicher, aber sehr wahrscheinlich, dafs diese Fundstelle mit der an zweiter Stelle genannten in keinem Zusammenhang steht und somit als das Gebiet einer dritten Leiche zu betrachten ist. Aufser dem grofsen Unterschied zwischen der Tiefenlage sprechen für diese Ansicht die Fibelbeigaben an der dritten Fundstelle. An Beigaben wurden gefunden: der einfache, stark oxydierte Broncering Nr. 24 mit einer lichten Weite von 48 mm lag westlich neben den Knochenresten. Dabei fanden sich stark zerfallene Teile eines hohlen Armrings.

Südlich neben der Leiche waren die beiden Broncedrahtringlein Nr. 30, mit einer lichten Weite von 13 mm, und nordöstlich neben ihr lagen ein Stück Eisenrost Nr. 32 (vielleicht ein Teil eines Messers), eine hübsche Bogenfibel Nr. 27 aus Bronce und das interessante Eisenstück Nr. 28 nebeneinander. Das letztere scheint eine Art Vorstecknadel gewesen zu sein. Es ist zugespitzt olivenförmig, abgeplattet, und hat eine Länge von 45 mm, eine gröfste Breite von 19 mm und eine Dicke von 4 bis 5 mm. Obwohl das Eisen stark von Rost zerfressen ist, kann man die schöne Form noch wohl erkennen. Mitten auf der breitesten Stelle der Nadel st ein kleiner, runder Bronceknopf befestigt, dessen grüne Farbe von dem Rostbraun der Unterlage hübsch absticht. Er hat offenbar den Zweck, das Anfassen zu erleichtern.

Unter diesen Metallbeigaben befanden sich die Scherben des Gefäfses Nr. 27, welches demnach das Brandgrab im Nordosten flankierte.

Den südöstlichen Rand desselben bezeichneten zwei weitere Urnen Nr. 25a und b, welche im gleichen Niveau 0,9 m südlich von der Mitte aufgedeckt wurden, und am nordwestlichen Rand kam die anmutige Henkeltasse Nr. 21 zum Vorschein. Nur die Westseite des Feuerbestattungsplatzes war nicht mit Thongefäfsen bezeichnet.

Bei den Trümmern der Gefäfse Nr. 25a und b lag die Broncefibel Nr. 25, deren Schlufsstück zu einem aufwärts gebogenen Stäbchen ver-

längert ist, welches in einem runden Knopf endigt. Dieses Stück scheint uns eine interessante Übergangsform zur Früh-La-Tène-Fibel zu sein. Etwas östlich von dieser Gruppe lag das Broncestäbchen Nr. 31.

Es ist bemerkenswert, dafs sich weit von diesem centralen Brandgrab entfernt, nahe dem südwestlichen und südlichen Rand des Hügels, die unversehrten Teile von zwei fast ganz restaurierbaren Urnen fanden: das schüsselartige Gefäfs Nr. 9 lag 4,6 m südwestlich von der Mitte und das Näpfchen Nr. 10 etwa 4 m südlich derselben. In der Nähe von beiden lagen Holzkohlen in fast brandplatzartiger Menge, aber keine Spur von Knochen- oder Bronceresten.

Charakteristik der Urnen aus Hügel II. Nach Form und Ausführung hervorragend schön müssen die Gefäfse Nr. 9 und 25a genannt werden. Mit gewaltiger Ausladung geht der kleine Boden des schüsselartigen Gefäfses Nr. 9 in die weite und niedere Wölbung der Seitenwandung über: eine Form von so kühnen Konturen, dafs eine Abweichung im Betrage von wenigen Millimetern ihre ganze Wirkung auf unser Auge vernichten müfste, hat der Schöpfer dieses Gefäfses in bewundernswertem Geschick zur Anwendung gebracht. Trotz der Weite dieser Urne ist der Scherben im Bruch auffallend dünn. Die Innenseite und der Boden haben die graubraune Farbe des geglätteten Thons, die Aufsenseite dagegen ist glänzend rot, fast von der Intensität der terra sigillata. Ob es sich hier um eine Bemalung der Aufsenseite oder um die Anwendung einer anderen Technik handelt, fühlen wir uns nicht im stand, zu entscheiden.

Das Gleiche wäre zu sagen über Form und Farbe des Gefäfses Nr. 25a, dessen Schmuck noch erhöht wurde durch die Bemalung des steilen, roten Halses mit einer Graphitzeichnung (s. Abb.). Leider ist diese nur schlecht erhalten.

Die grofse Urne Nr. 25b hat die in den Grabhügeln unseres Arbeitsgebietes in charakteristischer Häufigkeit wiederkehrende Form und Gröfse (vgl. insbesondere die Nekropole Beckersloh). Sie ist aus grauschwarzem, stark berufstem Thon und hat keinen Graphitüberzug, während ein solcher an den anderen Fundstellen dieser Gefäfsform fast die Regel bildet.

Die Urne Nr. 27 ist aus rehbraunem, sehr fein geschlemmten Thon gefertigt. Spuren von Graphitflitterchen deuten eine ehemals vorhandene Bemalung des steilen Halses an. Nahe seinem Grunde ist die an diesen ansetzende Bauchwölbung mit strichartig verlängerten, in den Thon eingedrückten Tupfen verziert, welche sehr dekorativ mit glänzendem Graphit ausgestrichen sind.

Das einfache Henkeltäfschen Nr. 21 ist lehmfarben und sehr dickwandig. Der gut erhaltene Napf Nr. 10 ist von graubrauner Farbe und scheint schon viel gebraucht worden zu sein.

Hügel III. Aufser den beiden vorstehend besprochenen Grabhügeln zeigte die ausgedehnte Waldblöfse, auf welcher sie nach der Abholzung entdeckt wurden, noch verschiedene kleine Erhöhungen, welche meistens

zugleich durch gehäuftes Vorkommen von Sandsteintrümmern kenntlich waren. Mehrere solcher Stellen sind in unserem Plan (s. oben) als Kreise eingezeichnet. Der ansehnlichsten Erhöhung gaben wir die Nummer III und untersuchten sie am 30. April 1899. Diese Stätte — der Ausdruck Hügel wäre Übertreibung — hatte etwa 9 m im Durchmesser und ihr höchster Punkt lag kaum $^1/_2$ m über der Umgebung. Die Sandsteine, mit welchen die aufgeschüttete Erde vermengt war, fanden sich bis zu einem Gewicht von etwa zwei Centnern und reichten in eine Tiefe von 0,4 m unter das Niveau der Umgebung. Hier bildeten sie ein ziemlich dichtes Pflaster, unter welchem eine Brandschicht von Holzkohlen den natürlichen Sandboden bedeckte. Sie erstreckte sich über die ganze Fläche und reichte an mehreren Stellen über das Steinpflaster herauf.

Auf diesem Steinpflaster wurden im centralen Teil des Hügels an sieben Punkten weifsgebrannte Knochenreste gefunden. Sie bedeckten insgesamt eine Fläche von nur 3 m Durchmesser, die Fläche eines dem Hügel konzentrischen Kreises. Aufserhalb desselben, bis zum Umfang des Hügels, fanden sich aufser den Resten des starken Feuers nur vereinzelte Thonscherben mit alten Bruchflächen. Von den sieben verbrannten Leichen waren fünf mit Beigaben bestattet, welche fast nur aus Bronce und Eisen bestehen; nur ein Thongefäfs konnte notdürftig rekonstruiert werden aus den spärlich vorhandenen Scherben.

Die Knochenstückchen sind sehr klein und blendend weifs. Bestattete, d. h. vom Feuer unversehrte Knochen, fehlen vollständig.

Die erste Leiche war genau in der Mitte des Begräbnisplatzes verbrannt; ihre einzige Beigabe bildet der Broncering Nr. 15, welcher inmitten der calcinierten Knochenbröckchen lag. Er mifst durchschnittlich 38 mm im Lichten und besteht aus anderthalb Gängen einer Spirale. Der 4 mm dicke Broncedraht, aus welchem diese gebogen ist, hat wiederum ein spiralförmiges Ornament, welches so gehalten ist, dafs die Schraubenlinie immer einen Gang überspringt. Der Ring mag zum Zusammenhalten des Haares oder des Gewandes verwendet worden sein.

In südwestlicher Richtung, 1 m von der Mitte entfernt, lagen bei den Resten einer zweiten Leiche die beiden Fibeln Nr. 13a und Nr. 14 in fast 60 cm Abstand von einander. Dicht neben der Paukenfibel Nr. 13a lag das wohlerhaltene Stück eines Eisenmessers Nr. 13.

Die Fibel Nr. 13a ist das erste Stück dieser Gattung, welches unserer Sammlung zugeführt worden ist. Der ganze Bogenteil ist zu einer prächtigen Flachpauke erweitert. Der Boden der Pauke ist eine sehr dünnwandige, flachgewölbte Kugelschale (von grofsem Radius) und sitzt auf einer Randleiste.

Nach vorne geht die Pauke unmittelbar in die röhrenförmige, durch einen Knopf am distalen Ende geschlossene Nadelhülse über, nach hinten unmittelbar in die Federspirale. Diese Übergangsstellen lassen eine besonders saubere, vornehm schöne Arbeit erkennen. Die Spirale ist aus

einem lang ausgezogenen, schmal bandförmigen Ausläufer des hinteren Paukenteils einseitswendig in 11 Windungen zusammengerollt. Um ihr gröfsere Biegefestigkeit zu geben, ist ein Eisenstäbchen durch den Windungskanal gesteckt.

Diese Mafsregel war deshalb sehr zweckmäfsig, weil das Ende des Spiraldrahtes nach rückwärts umgebogen ist und nahe seinem Ursprung mit einer zweiten Biegung gleich in die Nadel übergeht. Diese ist leider nicht mehr erhalten.

Das Stück eines eisernen Schwertmessers Nr. 13 hat eine gut erhaltene, scharfe, gerade Schneide und einen stark gekrümmten Rücken. Messer dieser Form sind in den jüngeren Perioden unserer Hallstattzeit stereotyp.

Das Gleiche könnte man von der Armbrust-Bogenfibel Nr. 14 sagen. Die 9 Windungen ihrer Spirale sind gleichfalls um einen Eisenkern gewickelt.

Die dritte Leiche, deren Brandreste 1,1 m südlich der Mitte lagen, hatte als Beigabe nur den Broncering Nr. 10. Er mifst 28 mm lichter Weite und ist aus 2—3 mm dickem Broncedraht von ovalem Querschnitt so zusammengerollt, dafs er eine Spirale mit anderthalb Gängen bildet. Ornamente fehlen.

Die vierte und fünfte Leiche waren 1,7 m südlich der Mitte neben einander verbrannt worden. Bei ihnen fand man den Broncering Nr. 8. Er trägt ähnliches Gepräge, wie die beiden Vorgänger: aus 4 mm dickem Broncedraht von rautenförmigem Querschnitt hergestellt, bildet er eine schmucklose Spiralwindung von etwa 25 mm lichter Weite und schlecht gerundeter Form.

Die Reste der sechsten und siebenten Leiche lagen in auffallend starken Brandspuren 1,3 m nordöstlich von der Mitte, in ungefähr 1 m Horizontalabstand von einander. Sie entbehrten aller Beigaben.

Aus Scherben, welche in der Nähe der ersten, dritten und fünften Leiche gefunden wurden und deren Bruchflächen alt und teilweise verwaschen waren, konnte die bauchige Urne Nr. 9 zusammengesetzt werden. Die Scherben ein und desselben Gefäfses lagen also, wie durch die Vermessung in unanfechtbarer Weise festgestellt wurde, teilweise in Abständen von fast 2 m auseinander. Wir suchen den Grund dieses seltsamen Befundes darin, dafs dieses Gefäfs ursprünglich in gut erhaltenem Zustand einer von den zuerst verbrannten Leichen beigegeben und erst bei der später erfolgten Feuerbestattung einer zweiten Leiche zertrümmert und verstreut worden ist. Denn es ist ebenso romantisch als unwahrscheinlich, anzunehmen, dafs die vielen Leichen jener zahllosen Grabhügel, welche unsere Wälder erfüllen, von gleichzeitig und truppenweise gestorbenen Menschen herrühren sollten, welche dann in einem gemeinsamen Hügelgrabe gleichzeitig zur Ruhe gesetzt worden seien. Wo wären dann die Reste jener, welche ein ruhmloses Alter erreichten?

Nur ein an Wahnsinn grenzender Aberglaube könnte ein Volk veranlassen, sich selbst so gewaltsam zu dezimieren. Denn dafs es sich nicht

um Krieger handelt, die allenfalls truppenweise im Kampf gefallen sein könnten, beweist das häufige, geradezu regelmäfsige Vorkommen von Weiber- und Kinderknochen in unseren Hügelgräbern.

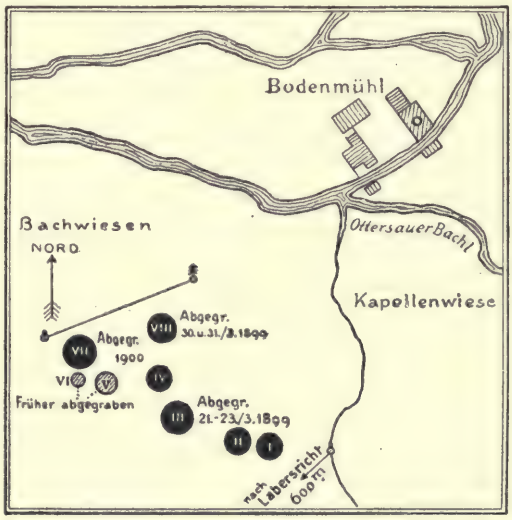
Es scheint uns natürlicher, diese Grabhügel für echte Friedhöfe zu halten, welche Jahrzehnte, selbst Jahrhunderte lang von unsern vorgeschichtlichen Vorfahren benützt wurden, um die im friedlichen Alter Gestorbenen oder von tückischen Krankheiten Dahingerafften aufzunehmen.

Grabhügelgruppe Labersricht bei Neumarkt i. d. Oberpf.

(Broncezeit mit Nachbestattungen der Übergangszeit und der Hallstattzeit.)

Vergl. die Tafeln 6, 7, 8 und 16.

Dreiviertel Kilometer nordöstlich von dem oberpfälzischen Dorf Labersricht liegt in einem Thalkessel die vorstehend skizzierte Gruppe von Hügel-



Grabhügelgruppe bei Labersricht bei Neumarkt.
1 : 3692.

gräbern. Sie bedecken merkwürdigerweise gerade den tiefsten Punkt der wasserreichen Thalsohle und waren daher lange Zeit dem Auge der berufenen und unberufenen Forscher durch dichtes Erlengestrüpp verdeckt. Wie wir einem für die Geschichte dieser viel durchstöberten Nekropole wichtigen Bericht des Herrn Apothekers Karl Speier*) in Neumarkt entnehmen, bestand dieselbe ursprünglich aus 14 Grabhügeln. Im Jahre 1899, als unsere Thätigkeit in dieser Gegend begann, konnten wir mit Sicherheit nur noch 8 künstliche Erhöhungen feststellen. Von diesen wurde, nachdem sie nach der in einem besonderen Abschnitt dieser Schrift besprochenen

*) Anzeiger des germanischen Nationalmuseums 1893, S. 42—45, Nürnberg, 1893.

Methode vermessen und in die Flurpläne eingezeichnet waren, die vorgenannte Kartenskizze angefertigt.

Der Boden des Thalkessels scheint der Braunjuraformation anzugehören, welche von dem ehemals wasserreichen Mühlbach mit einer Alluvialsandschichte überkleidet worden ist. Die Dolomitsteine, welche nächst diesem das Baumaterial unserer Hügel bilden, können nur dem nahen, burggekrönten Gipfel des Wolfsteins entstammen; sie müssen dort schon in der Broncezeit in erstaunlicher Menge gebrochen worden sein, wenn allein der Bedarf zur Errichtung dieser Hügel davon gedeckt wurde. Indessen verrät das äufserliche Aussehen der letzteren nichts von diesem Reichtum an Steinen, da alle bis jetzt untersuchten Gräber mit einer $^1/_2$ bis 1 m hohen Sandschichte beworfen waren.

Die Grabhügelgruppe bei Labersricht beansprucht unser besonderes Interesse dadurch, dafs ihre Erforschung wichtige Thatsachen über das Wesen der Nachbestattungen zu Tage förderte.

Bis jetzt sind von uns die Hügel Nr. III, VII und VIII abgegraben worden, deren Beschreibung nachstehend gegeben wird.

1) Hügel III. Seit sieben Jahren wurde dieser Grabhügel jährlich zweimal mit dem Pflug befahren und hatte dadurch jedenfalls einen beträchtlichen Teil seiner ursprünglichen Höhe eingebüfst, als wir sie durch Messung zu 1,4 m feststellten. Der Durchmesser des fast kreisrunden Hügels war 16 m. Die Abgrabung geschah mit 8 Arbeitern in drei Tagen, vom 21. bis zum 23. März 1899, denn es waren gewaltige Erd- und Steinmassen zu bewältigen. Seine untere Hälfte, bis zu etwa 0,8 m über der Bodenfläche, war aus Steinen von etwa 10 bis zu 300 Pfund Gewicht mit wenig Erde aufgeworfen, der obere Teil bestand aus reinem Sand. In der Mitte des Hügels reichte dieser sogar bis zum Boden herab, in einem Cylinder von 4 m Durchmesser den Steinhaufen durchbohrend.

Der Grund des Hügels lag wenig tiefer als der Wiesenboden in der Umgebung.

Der Hügel III barg die Reste, bezw. Beigaben von mindestens sieben Leichen, von welchen zwei in der jüngeren Hallstattperiode und drei in der älteren Broncezeit bestattet worden sein müssen. Die beiden übrigen Leichen sind zu wenig durch Beigaben ckarakterisiert, um mit Sicherheit einer bestimmten Zeit zugeteilt werden zu können; doch scheint eine von ihnen der Bronceperiode, die andere der Hallstattzeit anzugehören. Die Teile der letzteren waren kleine, völlig weifsgebrannte Knochenstückchen, während die sechs übrigen Leichen sämtlich ohne Verbrennung beerdigt waren. Es ist sehr wichtig, dafs die Funde aus den beiden verschiedenen Kulturperioden in zwei verschiedenen Tiefen dem Grabhügel übergeben worden sind: die zur Broncezeit gehörigen Gegenstände lagen alle in einer Brandschicht, welche den Hügel am Grunde in seiner ganzen Ausdehnung durchzog, während alle Funde aus der Hallstattzeit um 60 cm

höher lagen, in einer zweiten, zum Hügelboden parallelen Holzkohlenbrandschichte. Über die Lage der einzelnen Bestattungen ist Folgendes zu sagen:

1) nordöstlich von der Mitte in unmittelbarer Nähe des Hügelrandes fand sich der Broncering Nr. 1 und einige mürbe Scherbchen in fettige, dunkle Erde eingebettet. Westlich daneben lag das Thonstück Nr. 10, aber von Knochen fand sich keine Spur mehr;
2) südöstlich von der Mitte, 4,30 m entfernt, waren in 80 cm Tiefe unter der Oberfläche die weifsgebrannten Knochenstückchen nebst einigen Scherbchen bestattet. Weitere Beigaben wurden nicht gefunden;
3) sechs Meter südlich von der Mitte lagen in der unteren Brandschichte ganz mürbe, erdbestattete Knochenreste, welche durch den Steinbau des Hügels so auseinander gedrückt worden waren, dafs die Lage des Leichnams nicht sicher festgestellt werden konnte. Direkt bei denselben wurde aufser ein paar zerstreute Scherbenstückchen nichts gefunden, aber 2 m nordöstlich vom Beerdigungsplatz lag in derselben Tiefe das Broncestück Nr. 18, vielleicht ein Messer.

Während diese drei Leichenbestattungen auffallend nahe an der Peripherie des Hügels erfolgt sein mufsten, waren die übrigen vier Körper nahe der Mitte und um dieselbe herum beerdigt worden.

Die vierte Fundstelle war 1,90 m südlich von der Mitte und ergab sehr zerfallene, erdbestattete Knochen, von welchen nur die Zähne zum Teil gut erhalten sind. Sie sind auf der Schmelzfaltenseite stark abgenützt und lassen daraus ein ziemlich hohes Alter des einstigen Besitzers erkennen. Unmittelbar neben den Zähnen wurden die einfache Radnadel Nr. 24 und die Broncedrahtstücke Nr. 24 gefunden, sowie das blumentopfartige Thongefäfs gleicher Nummer, welches aus einem Scherbenhäufchen wiederhergestellt werden könnte. Anderthalb Meter westlich von dieser Fundstelle lagen im Lehm die Trümmer der merkwürdigen Gefäfse Nr. 23a und b. Sie waren ganz platt gedrückt, weil alle oben genannten Gegenstände in der unteren, an dieser Stelle über 1 m tief gelegenen Brandschichte enthalten waren.

Die fünfte Fundstelle war $2^1/_2$ m nördlich von der Mitte; sie enthielt eine Menge Urnenscherben, aber weder Knochenreste, noch Bronce. Aus einem Teil der Scherben wurden der Topf Nr. 22a und die Schale Nr. 22b zusammengeleimt. Auch diese Funde gehörten der unteren Brandschichte an, die hier 1 m unter der Oberfläche des Hügels lief.

90 cm südwestlich von der Mitte wurden in derselben Tiefe die vermoderten, aber trotz massenhafter Holzkohlenfunde vom Feuer nicht versehrten Knochenreste einer sechsten Leiche gefunden. Aufser Scherben, welche nicht zu einem Gefäfs zusammenpafsten, hatte sie keine Beigaben.

Die siebente, zuletzt aufgedeckte Leiche gehörte der oberen, an dieser Stelle sehr holzkohlenreichen Brandschichte an und erstreckte sich von der Mitte aus nordöstlich. Die verwitterten Knochen lagen nur 40 cm unter der Oberfläche; sie zeigen keine Spuren der Einwirkung des Feuers. Neben ihnen und zum Teil mit ihnen vermischt waren die Scherben der drei Gefäfse Nr. 26a, b und c. An der nordwestlichen Seite der Leiche, 1 m von ihr entfernt, lag in gleicher Tiefe das Eisenmesser Nr. 25.

Die nachträglich vorgenommene Untersuchung des Lehms, welcher die Scherben der drei Urnen Nr. 26 verklebte, zeigte, dafs derselbe viele kleine, weifsgebrannte Knochenstückchen enthielt. Da sie zu klein sind, um als Menschenknochen erkannt werden zu können, so kann nicht mit Sicherheit behauptet werden, dafs diese Fundstelle zwei Leichen barg; wir halten es trotzdem für wahrscheinlich.

Wie fast alle uns bekannten Hügelgräber, enthielt auch dieses aufser den hier angeführten regelrechten Bestattungsplätzen noch viele, über die ganze Grundfläche zerstreute Thonscherben, welche meist alte Bruchflächen aufweisen. An mehreren Stellen, aber meist abseits von den Bestattungsplätzen, wurden Früchte gefunden, welche durch einen gestörten Verwesungsprozefs ganz verkohlt waren; die Untersuchung einer Probe ergab, dafs es Eicheln waren. Die ursprünglich entstandene Vermutung, dafs diese aus der Zeit der prähistorischen Bestattungen stammten, können wir mit Sicherheit nicht mehr aufrecht erhalten; denn obwohl sie an einigen Stellen in grofser Tiefe, selbst bis herab zur unteren Brandschicht, auftraten, konnten sie nirgends zu einer Bestattung oder überhaupt zu prähistorischen Artefakten in eine Beziehung gebracht werden. Die Eicheln lagen einzeln oder nesterweise in die Erde eingebettet, meist nahe der Oberfläche, und sind vielleicht die Überbleibsel eines Eichenwäldchens, welches nach Aussage der Bauern noch vor wenigen Jahrzehnten den ganzen Thalkessel auskleidete. —

Die Betrachtung der geordneten Grabbeigaben lehrt, dafs alle in der Tiefe gefundenen Gegenstände der Broncezeit angehören, während die Urnen und Metallstücke aus der oberen Brandschichte den Charakter der jüngeren Hallstattzeit tragen. Das Inventar der unteren Brandschicht besteht aus den Metallstücken (siehe Abb.) Nr. 1, 18, 24 und den Thongefäfsen Nr. 10, 22a und b, 23a und b, Nr. 24.

Der massive Broncearmring Nr. 1 ist wegen des zu zwei divergierenden Spiralen gestalteten Gufszapfens interessant. Das Broncegufsstück Nr. 18 zeigt eine flach gewölbte Fläche mit schwacher Spiraldrehung, welche in ein Heftblatt mit deutlicher Griffniete übergeht; es scheint ein Messer gewesen zu sein.

Die ganz roh gegossene Radnadel Nr. 24 halten wir wegen des einfachen Rades, das jeder Verzierung entbehrt, für eine der ältesten Formen der Broncezeit. Das Stück ist noch in dem Zustande, wie es aus der

Gufsform gekommen sein mufs, denn die Unebenheiten der Oberfläche sind nicht abpoliert.

Die dünnen Spiraldrahtringe aus Bronce (Nr. 24) sind in der Broncezeit der Oberpfalz nicht selten.*)

Die Thongefäfse aus der Broncezeit zeigen als gemeinsames Merkmal einen rötlichbraunen, sehr feingeschlämmten, fast sandfreien Thon, der manchmal so schlecht gebrannt war, dafs die Scherben beim Waschen lehmige Beschaffenheit annahmen und zu zerfallen drohten — ein auffallender Unterschied gegenüber den hallstattzeitlichen Urnen aus dieser Hügelgruppe.

Das näpfchenartige Bruchstück Nr. 10 mag ein Teil des Fufses, oder wahrscheinlicher, des Deckels einer Urne gewesen sein.

Der zweihenkelige Topf Nr. 22a ist von hellerer, gelbgrauer Farbe und in seinem unteren Teil berufst. Auch diese Form kehrt in der oberpfälzischen Broncezeit häufig wieder.**)

Die gehenkelte Schüssel Nr. 22b ist nur zur Hälfte erhalten; von der anderen Hälfte war trotz sorgfältigen Suchens keine Spur, kein Scherbchen zu finden, und die Bruchflächen des erhaltenen Stücks sind abgewetzt und alt. Somit scheint dieses Gefäfs in vorgeschichtlicher Zeit zertrümmert worden zu sein.

Zu den merkwürdigsten Gefäfsfunden in unserem Arbeitsgebiet ist das Stück Nr. 23a zu zählen. Der rehbraune Thon ist besonders fein geschlämmt und weich. Es scheint eine Art Lampe oder Ampel gewesen zu sein, denn die dünne, durchlochte Decke ist nicht abnehmbar, sondern mit dem übrigen Gefäfs in einem Stück gebrannt. Auf dem Rand stehen sich zwei Schnurhenkel diametral gegenüber. Es wäre von Interesse, zu erfahren, ob zu dieser Form ein Seitenstück existiert.

Das Näpfchen Nr. 23b ist von gelbbrauner Farbe und hat nahe dem Rande zwei Schnurlöcher. Die Herstellung solcher Löcher scheint in der älteren Broncezeit üblich gewesen zu sein.***)

Das Gefäfs Nr. 24 ist aus rehbraunem, sehr feinem Thon und ist auf der Aufsenseite mit schrägen Doppelreihen von schraffierten, in den Thon eingedrückten Dreiecken geschmückt.

Die Beigaben der oberen Brandschicht sind das Eisenmesser Nr. 25 und die Thongefäfse Nr. 26a, b und c.

Tritt schon der typische Hallstattcharakter des Eisenmessers Nr. 25, dessen griffwärts gerichtetes Ende noch die Reste einer eisernen Griffniete erkennen läfst, in einen grellen Gegensatz zum Stil der Broncezeitformen der unteren Brandschichte, so harmonieren die Form und Beschaffenheit der Urnenfunde Nr. 26 in gleichem Sinn mit dieser Waffe. Denn diese

*) vgl. Scheidemandel, Hügelgräberfunde bei Parsberg, Parsberg 1886, im Selbstverlag, Tafel III, Abb. 8.

**) l. c. Tafel VII, 4.

***) Vgl. Much, die Kupferzeit in Europa, S. 71 unten. Jena 1893.

Gefäfse sind aus ordinären und mit Sand vermengten Thon hergestellt und haben die in der jüngeren Hallstattzeit Mittelfrankens ungemein verbreitete Schüsselform. Dazu kommt noch ein für diese Zeit kennzeichnendes Merkmal; das grauschwarze, aufsen berufste Schüsselbruchsück Nr. 26a ist auf der Innenseite mit Graphitstreifen verziert, welche in Fingersbreite vom Rand gegen den Boden konvergieren. Ferner enthielten diese drei Gefäfse, wie schon erwähnt, weifsgebrannte Knochenreste: solche wurden von uns bis jetzt nur in Grabhügeln der Hallstattzeit in Urnen gefunden.*)

2. Hügel VIII. Die Abgrabung dieses Hügels von 13 m Durchmesser und 1,2 m Höhe erforderte $2^1/_2$ Tage Arbeit mit 10 Arbeitern. Sein Bau war im Wesentlichen der gleiche, wie bei Hügel III, und geht aus unserer Abbildung (s. Tafel 8) hervor. Die Verteilung der Steine war nicht ganz so unregelmäfsig, wie es bei den meisten Hügeln unserer Gegend der Fall war. Insbesondere fanden sich viele radial gestellte Steinplatten. Schon in einer Entfernung von 3 m von der Mitte stellten wir am ganzen Umfang zwei deutliche, scharf von einander getrennte Brandschichten fest, deren kohlige Spuren als zwei dunkle, parallel über einander laufende Streifen von nun an das Massiv des Grabhügels durchzogen. Sie wurden gegen die Mitte zu immer deutlicher und reicher an Holzkohlenresten. Die obere Brandschicht war durchschnittlich 0,55 m unter der Hügeloberfläche, die untere hielt fast das Niveau des äufseren Bodens in 0,90 bis 1 m Tiefe. Ein Blick auf den Grundrifs des Hügelplans zeigt, dafs wir es hier mit einem viel benützten vorgeschichtlichen Friedhof zu thun haben. Denn aus der Verteilung der Bronce-, Knochen-, Eisen-, Bernstein- und Urnenfunde über die Grundfläche des Hügels geht hervor, dafs dieser von der Broncezeit bis zur jüngeren Hallstattzeit fortgesetzt als Beerdigungsstätte gedient hat, und dafs er wohl 15 Leichen hat aufnehmen müssen.

Die mit den reichsten Beigaben ausgestattete Leiche der unteren Brandschicht war an den Punkten 28, 29 und 33 unseres Planes ohne Verbrennung beerdigt worden. Die Knochen waren durch den Druck der Steine sehr aus der Ordnung gebracht; trotzdem lagen die beiden Radnadeln Nr. 29 und 32 noch deutlich erkennbar neben den Schlüsselbeinen, also auf den Schultern des Toten, wo sie das Gewand zusammengehalten hatten. Die Radnadeln sind nachlässig gearbeitet, denn die Gufsnähte und -zapfen sind nicht entfernt worden. Von der in Hügel III gefundenen Nadel unterscheiden sie sich durch den Besitz einer bügelförmigen Öse am distalen Ende des Rades, dessen einfacher Kranz das Schmuckstück einer ziemlich alten Broncezeit zuweist.

Die Unterarmknochen dieser Leiche waren von je zwei breiten Spangen Nr. 28 und Nr 33 umfangen (vgl. Hügel VIII, Abb. 33).

Diese Spangen, deren oval gerundete Enden nicht zusammenschliefsen, sind im Gegensatz zu den beiden Radnadeln von einer auffallend schönen

*) Vgl. vor allem Beckersloh, Hügel III und XIII, in dieser Festschrift.

Arbeit, mit prächtigen, geschmackvollen Ornamenten. Nur zwei von den Ringen sind in gleicher Weise ornamentiert, so dafs die vier Stücke drei verschiedene Typen von Ornamenten erkennen lassen (a, b, und c). Das schönste von diesen, c, mufs auch der Besitzerin des Ringes gut gefallen haben, weil derselbe so oft poliert und geputzt worden war, dafs die tief eingegrabenen Linien jetzt nur schwer zu erkennen sind.

Im südöstlichen Teil des Hügels enthielt die untere Brandschicht zwei weitere, gleichfalls ohne Verbrennung bestattete Leichen Nr. 26 und Nr. 27, zwischen deren zerstörten Knochenresten je eine einfache, lange Broncenadel als einzige Beigabe lag. Der Kopf der Nadel 26 ist durch Breitklopfen und Einrollen des dickeren Endes eines gegossenen, unten spitz zulaufenden Broncestabs hergestellt. Die Nadel Nr. 27 ist noch einfacher, aus dünnerem Draht gefertigt, und wegen ihres schlechten Erhaltungszustandes nicht abgebildet.

Im nordwestlichen Teil des Hügels barg die untere Brandschicht spärliche Reste von zwei Leichen Nr. 19 und Nr. 23; von der letzteren waren nur die bestatteten Knochen erhalten, Beigaben fehlten. Die Leiche Nr. 19 war bis auf einen dunklen, fettigen Streif Erde ganz vergangen und hatte nur den ärmlichen Broncering Nr. 19 hinterlassen. Er ist aus einem Stück Draht von rautenförmigem Querschnitt gebogen.

Nahe der Mitte, etwas nördlich, gewann die untere Brandschicht plötzlich auffallend an Mächtigkeit, und in zerstreute, aber vom Feuer nicht versehrte Knochen eingebettet, fanden sich die Scherben des interessanten Gefäfses Nr 25. Es hat eine vielleicht seltene Broncezeitform, aus weichem, fast sandfreiem Thon, der von Glimmerblättchen glitzert. Die beiden Schnurhenkel haben ein sehr enges Loch, die Bauchwölbung und die Unterseite sind berufst — grauschwarz. Es ist das einzige Gefäfs, welches sich aus den Thonscherben der unteren Brandschichte rekonstruieren liefs. Auf diese, der reinen Broncezeit angehörenden Funde in der Tiefe, folgten in etwas höherer Lage einige Bestattungen, welche wir der Übergangszeit zwischen Bronce- und Hallstattperiode zuteilen zu müssen glauben. Dahin rechnen wir vor allem die lange Broncenadel mit etwas abgeplattetem Kopf Nr. 3, welche mit einigen Scherbchen nahe dem östlichen Rand lag, in 60 cm Tiefe; der Halsteil ist prächtig mit eingehauenen Strichen verziert. Ferner den westlich von der Mitte aufgedeckten Fund der beiden winzigen Bernsteinringlein Nr. 21 a und b und der 32 Broncezierbuckel Nr. 21 c, welche mit den Erstgenannten zusammen ein Schmuckgehänge gebildet haben mochten oder vielleicht auf eine Unterlage von Tuch aufgenäht waren. Die beiden Ringlein sind von braunrot durchscheinendem Harz. Sie lagen zwischen den Zierbuckeln in 80 cm Tiefe unter der Oberfläche, aber über der unteren Brandschichte, im Lehm eingebettet; von Knochen und Kohle fand sich dabei keine Spur. Die Zierbuckel waren zum Teil in einander gesteckt und dadurch vor dem Rosten bewahrt, so dafs sie beim Auseinandernehmen noch den weichen Glanz der Weifsbronce

zeigten, welchen ihnen ein prähistorischer Metallkünstler aufpoliert hatte. Sie sind, wie man an einigen schlecht geglätteten Randfalten erkennt, aus runden Blechscheiben durch Treibung hergestellt. Um sie aufnähen zu können, hat man nahe dem Rande jedes Stücks zwei diametrale Löcher durchgeschlagen. Durch langen Gebrauch sind an mehreren Stücken diese Löcher gegen den Rand zu aufgeschlitzt; es ist interessant, an diesen Stücken zu beobachten, wie der Träger des Schmucks neben den aufgeschlitzten Löchern neue Durchbohrungen angebracht hat, deren primitive Herstellungsweise aus den aufgeworfenen Rändern ersichtlich ist, während die Ränder der ursprünglichen Öffnungen sorgfältig geglättet sind. Dies ist in der Abbildung 21 c deutlich zu sehen.

Die übrigen Funde waren sämtlich in der oberen Brandschichte (0,55 m unter der Hügeloberfläche) enthalten und zeigen dementsprechend den Charakter den jüngeren Hallstattzeit, während noch die eben genannten Broncebuckel sehr an ähnliche Funde aus Broncezeitgräbern und aus der berühmten Nekropole von Koban im Kaukasus erinnern.*)

Die reichste Fundstelle der oberen Brandschichte war nordwestlich nahe der Mitte. Sie ergab die Trümmer von 9 grofsen, prachtvoll gearbeiteten Hohlringen aus Bronceblech. Das gänzliche Fehlen von Knochen legt die Vermutung nahe, dafs die Leiche gründlich verbrannt worden sei. Die Ringe — Nr. 30 — sind alle gleich beschaffen und von ovaler Form, mit einem gröfsten Durchmesser von 118 mm und einer mittleren Rohrdicke von 10 mm. Das eine Rohrende ist gedrosselt, die Drosselung umfafst das konisch zugespitzte andere Ende. Die Innenseite und die innere Hälfte der Seitenflächen sind glatt, damit sich der Ring angenehm trage; die sichtbare Aufsenseite trägt das in unserer Abbildung wiedergegebene Ornament aus Strichen, Punkten und Kreisen.

In der Mitte und ihrer nächsten Umgebung lagen die letzten Funde: das kleine Broncelöffelchen Nr. 36, dessen Bedeutung wir nicht kennen, die hübsche Bernsteinperle Nr. 35 von spindelförmiger Gestalt und die eiserne Gürtelschnalle Nr. 38. Es ist bemerkenswert, dafs der um die Querspange dieses Eisenrings drehbare Dorn aus Bronce besteht. In der Nähe dieser Gegenstände lagen zwei mit Graphit überzogene Topfscherben; Leichenreste waren nicht vorhanden.

Die letzte Bestattung, welche diesem interessanten Hügel übergeben worden ist, dürfte eine am äufsersten Südrand vorgefundene Feuerbestattung sein. Auf einer mächtigen Brandschicht lagen da die Trümmer einer grofsen, mit Graphit überzogenen Urne, zwischen welchen ein Häuflein weifsgebrannter Knochenstücke gefunden wurde. Leider konnte das Gefäfs aus den unzähligen, kleinen Scherbenstücken nicht wieder aufgebaut werden.

3. Hügel VII hatte 14 m Durchmesser und 1,3 m Höhe und war von derselben Bauart, wie die beiden vorher beschriebenen Friedhöfe. Er

*) Hoernes, Urgeschichte des Menschen, Hartlebens V. 1892. Seite 534.

wurde am 9. und 10. April 1900 mit 10 Arbeitern abgegraben. Auch er enthält eine untere Brandschichte (0,50 m unter dem Bodenniveau) mit Funden aus der Broncezeit und eine höher gelegene (wenig über dem Bodenniveau) mit Bestattungen der Hallstattperiode.

Die tiefe Brandschicht enthielt aufser einigen zerstreuten Scherben die Reste von vier Leichen, deren Knochen keine Einwirkung des Feuers erfahren hatten: südlich, 2½ m von der Mitte entfernt, lagen nahe bei einander zwei ausgestreckte Skelette: das eine von Norden nach Süden gerichtet, hatte in der Unterleibsgegend als einzige Beigabe den Broncenagel Nr. 21, der jedenfalls von einem Gürtelbeschläge herstammt. Das andere war westlich daneben gelegt, von Süden nach Norden (d. h. mit dem Schädel im Süden), jedoch in derangierter Lage: der linke Oberschenkel war zum Schädel herauf gerückt. Auf dem Trochanter des Oberschenkelknochens lag der interessante Broncering Nr. 19, durch eine eingravierte Spirallinie hübsch verziert. Er mufs das Gewand über der Hüfte zusammengehalten haben, denn aus den grünen Edelrostflecken am Hüftknochen kann geschlossen werden, dafs der Ring seine ursprüngliche Lage beibehalten hat. Daneben wurden die beiden Nägel Nr. 23a und b gefunden, welche mit ihren drei- oder vierkantigen Stiften eine bemerkenswerte Schmiedearbeit darstellen.

Südlich neben den Schädelknochen war die gehenkelte Broncedrahtspirale Nr. 22, vermutlich einstmals ein Schmuckstück für das Haar.

Ob das Bruchstück eines Napfes mit eingedrücktem Boden, Nr. 13, welches zwei Meter westlich vom Schädel gefunden wurde, auch zu dieser Bestattung gehört, ist nicht mehr zu entscheiden.

Noch weiter südlich von der Mitte, ganz nahe am Rande des Hügels, fanden sich, in einen Steinhaufen eingebettet, die lange Broncenadel Nr. 9 (wegen ihrer grofsen Ähnlichkeit mit der Nadel Nr. 26 aus Hügel VIII nicht besonders abgebildet), der Broncering Nr. 6a, ein Stück eines ebensolchen Rings und die Scherben des Gefäfses Nr. 6. Von Knochen fand sich keine Spur, aber die Funde lagen in den Kohlen der unteren Brandschichte und müssen auch ihrem Charakter nach der Broncezeit zugeteilt werden. Der Ring Nr. 6a ist mit unterbrochenen Querstrichreihen verziert; seine Innenseite ist abgeflacht und geglättet. Das Gefäfs Nr. 6a, von sehr interessanter Form, hat nahe dem Rande zwei Schnurhenkel. Der Boden ist vertieft, so dafs das Gefäfs auf einem Rande steht. Es ist berufst und von grauschwarzer Farbe, scheint auch viel gebraucht worden zu sein.

Östlich von der Mitte, 4 m entfernt, barg ein zweiter Steinhaufen einen zerdrückten menschlichen Schädel und viele ungeordnete Knochenreste, aber ohne alle Beigaben.

In der oberen Brandschichte, welche anfangs nur vereinzelte Scherben und einen einzigen, mit Patina getränkten Menschenknochen, offenbar vom vorgeschichtlichen Totengräber bei einer Nachbestattung herausgeworfen, ergab, fanden sich nahe der Mitte zwei menschliche Schädel und ein Ellen-

bein, aber keine weiteren Skelettteile. Die beiden Gefäfse Nr. 29a und b, welche aus den gleichzeitig gefundenen Scherben rekonstruiert wurden, und ein mit Graphit glänzend bestrichener Scherben weisen auf die Hallstattzeit. Die Schüssel Nr. 29a ist rotbraun und stark berufst.

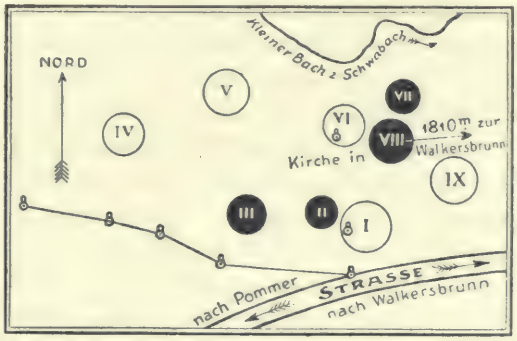
Etwa 2 m nordwestlich von dieser Fundstelle lag das Stück einer Urne Nr. 16, deren Form gleichfalls auf die Hallstattzeit hinweist. Es ist von rehbrauner Farbe.

Die folgenden Berichte behandeln vorgeschichtliche Funde, über deren Hebung leider nicht genug in Erfahrung gebracht werden konnte, um hier ein anschauliches Bild davon zu geben. Wir müssen uns daher beschränken auf eine Beschreibung der Gegenstände, soweit eine solche als Ergänzung der vorzüglichen, mit echter Liebe zur Sache angefertigten Abbildungen notwendig erscheint, um das Alter der Funde zu erkennen. Die meist vergröfserte Wiedergabe der, abgerollt gedachten, Ornamente ist uns eine vortreffliche Unterstützung.

Walkersbrunn-Pommer.

(Jüngere Hallstattzeit. Erdbestattungen.)

Vergl. die Tafeln 10, 11 und 14.



Grabhügelgruppe bei Walkersbrunn-Pommer.
1 : 3000.

Die Strafse, welche die oberfränkischen Dörfer Walkersbrunn und Pommer in der Richtung von Osten nach Westen verbindet, führt nahe ihrem höchsten Punkt an einem nach Norden gelegenen Gehölz vorbei, das eine Gruppe von 9 Grabhügeln enthält. Die Stelle ist etwa $1\frac{1}{2}$ km von Walkersbrunn entfernt und war wegen der ungewöhnlichen Gröfse der Hügel zu verschiedenen Malen das Ziel vorgeschichtlicher Forschung. Die Hügel Nr. III und VIII unseres Planes scheinen im Jahr 1891, Nr. II und VII am 29. und 30. April 1892 geöffnet worden zu sein. Die Funde, welche aufser einigen Gefäfsen (vgl. Tafel 14) hauptsächlich aus Bronce und Eisen bestehen, sind auf den Tafeln 10 und 11 wiedergegeben. Zu erwähnen ist, dafs im Hügel III nach Angabe eines Beteiligten ein fünf-

eckiger Steinbau enthalten war, welcher neben Skeletten von Erwachsenen auch solche von Kindern in sich barg.

Die Mehrzahl der Fundgegenstände haben den Charakter der jüngeren Hallstattzeit, wie er aus den Schmuckgegenständen der früher beschriebenen Fundorte Behringersdorf*), Hirschberg**), Stöcklach**), Beckerslohe**) spricht. Dies gilt vor allem von den beiden Arten Steigbügelringen Nr. 1 und Nr. 8; von der ersten sind vier, von der zweiten 5 Exemplare gefunden worden. Es gilt auch von den mehrfach gekröpften Ringen 17, deren drei vorhanden sind, und von den Eisenmessern Nr. 14 und 20. Alle diese Formen sind an den angeführten Stellen ausführlich besprochen. Was aber gerade der Nekropole Walkersbrunn unser besonderes Interesse zuwenden mufs, sind die späten Formen des übrigen Schmucks, Formen, deren Modecharakter auf das prachtliebende Ende der Hallstattkultur hinweist. Auch das entschiedene Vorherrschen des Eisens gegenüber anderen Fundstellen spricht für eine späte Hallstattzeit. Die interessantesten Stücke in diesem Sinn scheinen uns der Broncehohlring Nr. 11 und die eiserne Vogelkopffibel Nr. 25 zu sein.

Der Hohlring zeichnet sich durch seine wahrhaft lächerlich wirkende Dicke aus, deren Zweck nur eine übertriebene Putzsucht des einstigen Besitzers gewesen sein kann, wie sie stets in den Zeiten des Niedergangs reicher Kulturperioden im Gigerltum ihren Ausdruck gefunden hat. Deshalb ist das Ding auch inwendig hohl und aus so dünnem Bronceblech gefertigt, dafs man allein die Kunst des Metallarbeiters bewundern mufs. Durch eine mediane Naht, vielleicht aus zwei ineinander greifenden Falzrinnen bestehend, ist das Schmuckstück aus zwei kreisförmig gebogenen Blechrinnen zusammengesetzt. Da der Rekonstrukteur den Hohlraum mit grünem Wachs ausgegossen hat, ist nicht mehr zu entscheiden, ob nicht ehemals ihn eine andere Masse füllte, deren chemische Untersuchung eventuell wünschenswert gewesen wäre. Ein ähnliches noch gröfseres Schmuckstück, dessen Herkunft uns entfallen ist, enthielt eine dichte, fast muschelig brechende, schwarze Masse von geringem spezifischen Gewicht, welche indessen nach dem Ergebnis einer chemischen Untersuchung nur aus Thon und Kohle bestand. Vielleicht war unser Ring überhaupt nicht gefüllt; dies hätte seinem vermutlichen Zweck als Fingerring wohl entsprochen, als welcher er umso weniger schwer sein durfte, als mit dem bombastischen Geschmack des Besitzers wahrscheinlich eine entsprechende Verweichlichung korrespondierte.

Die Vogelkopffibel Nr. 25 aus Eisen ist ein Unikum unserer Sammlung und wäre höchst wertvoll, wenn nicht der tückische Rost alle Konturen zerfressen hätte. Immerhin ist das Kennzeichen der Früh-La Tène-Fibel deutlich sichtbar, der über die Hülse hinaus verlängerte und nach

*) Vgl. Abhandlung der Nat. Ges. Nürnberg VIII Bd., 1889.
**) Vgl. diese Festschrift.

hinten umgebogene Bügel. Kann man sich einen schöneren Ausdruck dieses Prinzips denken, als ihn der schlanke, nach hinten übergebogene Hals der Ente — denn eine solche mag das Schmuckstück wohl vorstellen — bildet? Der breite Schnabel, der kurze Hals scheinen uns auf einen unserer domestizierten Schwimmer zu deuten. Ein Rostflecken deutet noch die Stelle an, wo das Auge war; die Nadel fehlt ganz und wir wissen nicht einmal, ob sie federnd angebracht war. Da die Kunst des Eisenschmelzens in vorgeschichtlicher Zeit kaum bekannt war, alles Eisen vielmehr durch Rennarbeit als feines, zu festen Stücken schweifsbares Pulver gewonnen worden sein dürfte, so haben wir es hier wohl mit einem kunstvollen Stück Schmiedearbeit zu thun.

In dieser verschiedenen Herstellungsweise ist wohl auch der Hauptgrund zu suchen, warum die Form dieser Fibel so auffallend abweicht von der typischen Vogelkopffibel, wie sie in dem aus Bronce gegossenen Stück Nr. 2 erhalten ist. Der ungemein zierliche, hohle Gufs derselben stellt eine schier unnachahmliche Technik dar, denn auch die Linienornamente scheinen schon im Gufs angelegt worden zu sein. Die Federspirale bildet nach einer Seite 4 Windungen, nach der anderen drei; sie ist um einen eisernen Stift gewickelt, der einerseits in einen Knopf endigt — eine Befestigungsweise, der wir schon mehrmals begegnet sind.*)

Der hohle Bronceknopf Nr. 7 bildet mit seinem kreuzförmig angelegten Strichornament eine prachtvolle Gürtelverzierung. Einem ähnlichen Zweck wird der Bronceknopf Nr. 22 gedient haben, dessen Ornament aus eingehauenen Strichen vom fleifsigen Putzen durch den Besitzer zum Teil abgerieben ist. Auf ungewöhnlichen Geschmack deuten die Messerscheidenbeschläge Nr. 23, 24 und 27, sämtlich aus Bronceblech, mit dekorativ eingehauenen Strichen. Nr. 23 umklammert noch den dichten, bräunlich gelben Rest einer Holzscheide. Drei durchlochte Broncestäbchen Nr. 5 und mehrere Teile von eisernen Ringen sind uns von anderen Fundstätten her bekannte Beigaben der Hallstattzeit-Gräber. Immerhin ist das Vorherrschen des Eisens auffallend. Auf sehr späte Hallstattzeit weisen auch die vielfach gerillten Formen der beiden Bronceringe Nr. 18, der drei Bronceringe Nr. 19 und der vier Ringe Nr. 3, gegen deren zierliche, vollendete Technik das rohe Broncegufsstück Nr. 12, das kaum mehr als Ring angesprochen werden kann, seltsam absticht.

Unter den Knochenfunden, welche sämtlich ohne Feuerspuren sind, fallen Kinderknöchelchen auf, sowie ein nachträglich rekonstruierter Schädel; er ist klein, von meso-dolichocephaler Form, und scheint, nach dem Grad der Erhaltung einiger Backenzähne zu urteilen, einer Person mittleren Alters anzugehören.

Die vier Gefäfse (vgl. Tafel 14), welche aus den gefundenen Scherben zusammengesetzt wurden, sind sehr einfach und zeigen bekannte Formen

*) Vgl. diese Festschrift: Hirschberg.

der Hallstattzeit. Nr. 1 ist rotgelb und mit primitiven Strichen nahe dem Rande verziert. Nr. 3, mit einem grofsen Henkel, und Nr. 2 sind dunkelbraun, die wohlerhaltene Schale Nr. 4 ist geschwärzt. Auffallend sind die Verzierungen der beiden, vereinzelt gefundenen Scherben Nr. 5 und 6, welche wahrscheinlich durch Nachbestattungen zerstreut worden sind.

Gerauer Anger.

(Jüngere Hallstattzeit.) — Vergl. die Tafeln 12 und 15.

Ein Grabhügelfund aus der Nähe von Gerau bei Weifsmain wurde von der naturhistorischen Gesellschaft käuflich erworben und verdient Interesse, weil die wenigen Stücke eine überraschende Ähnlichkeit mit den prachtvollen Funden aus der Nekropole Beckerslohe*) haben. Damit wäre der Beweis angebahnt, dafs die jüngere Hallstattzeit in Franken zu hoher Blüte gelangt sei.

Der Fund besteht aus einem zweischneidigen eisernen Schwert, einem sehr schön ornamentierten Broncehalsring, einem Steigbügelarmring, zwei kleinen Bronceringen, zwei kurzen, geraden Broncenadeln, einem Stück einer Bogenfibel, einer grofsen Urne mit steilem Hals, einer schönen Henkeltasse, einem Napf, zwei Klapperkugeln und einem Gefäfs von der Form der Salzfäfschen.

Das Eisenschwert Nr. 4 hat 70½ cm Länge; die zweischneidige, in der Mittellinie sanft gewölbte Klinge ist fast überall gleichbreit und geht ganz plötzlich in eine stumpfkantige Spitze über; nur unter dem Heftblatt und nahe der Spitze nimmt die Breite etwas ab, während sie unterhalb der Schwertmitte ganz wenig anschwillt. Die verbreiterte Wölbung des oberen Klingenendes geht in eine Griffzunge über, die gleichfalls in der Mitte breiter ist als an den Enden. Die Griffzunge endigt in ein knaufartiges Blatt. Das hölzerne Griffblatt war mit drei eisernen Nieten auf der Zunge befestigt. Deutlich sind Spuren des Griffblatts und der hölzernen Scheide auf dem Eisen zu erkennen. Die Hemmung des Schwerts in der Scheide wurde nur durch eine Nabe unter der Griffzunge bewirkt.

Der Broncehalsring Nr. 8, wie alle Stücke vorzüglich erhalten, hat ein prächtiges Gitterornament. Die Patina ist tief dunkelgrün. Die Enden stofsen federnd zusammen; sie sind mit gehämmerten Bronceknöpfen abgeschlossen.

Die kurzen, geraden Broncenadeln sind sehr dünn, aber trotzdem von vorzüglicher, gleichmäfsiger Arbeit, gegen die Mitte unmerklich anschwellend. Die eine von beiden, Nr. 1, endigt in ein Bronceschüsselchen, das wohl ehemals mit einer schmückenden Masse gefüllt war.

Der Steigbügelring Nr. 3 ist als späte Form durch Rillenornamente gekennzeichnet.

*) cf. diese Festschrift.

Wie der Bronceschmuck, so zeigen auch die Formen der Thongefäfse die gröfste Ähnlichkeit mit den Funden von Beckersloh. Die Henkeltasse Nr. 2 könnte mit einem gleichen Exemplar aus Hügel XI dieser Gruppe verwechselt werden. Die Urne Nr. 1, vollständig erhalten, hat auffallenderweise einen nach unten gewölbten Boden, so dafs sie nicht fest steht.

Das »Salzfäfschen« Nr. 4 könnte wohl einem häuslichen Zweck gedient haben, ist aber wahrscheinlicher ein Kinderspielzeug, wie auch die beiden thönernen Klapperkugeln von 3 cm Durchmesser. Sie sind hohl und enthalten einige Steinchen, welche beim Schütteln klappern.

Beckenzipfel oder Kersbach.

(Gefäfse aus der neolithischen, Bronce- und Hallstattperiode. Broncereste und calcinierte Knochen der Hallstattperiode.)

Vergl. die Tafeln 5 und 17.

Der kgl. spanische Konsul und Magistratsrat Herr Friedrich Knapp hat der Naturhistorischen Gesellschaft aus seiner Sammlung eine Anzahl von gut erhaltenen, kleinen Thongefäfsen überlassen, welche mit der Bezeichnung »Kersbach 1854« versehen sind. Nach Aussage des Herrn Schenkers rühren sie von einer Ausgrabung, welche am sog. Beckenzipfel vorgenommen worden sei. Der Beckenzipfel ist nach unseren Erkundigungen ein gegen das Dorf Kersbach zu geneigter Abhang des Rotenbergs, aber nicht einmal die ältesten Leute der Gegend können den Ort dieses Namens genauer bezeichnen, der auch in den Karten nicht genannt ist. Obwohl es zu bedauern ist, dafs über den Fundort der interessanten Gefäfse gar nichts zu erfahren ist, zeigt eine genauere Betrachtung derselben, dafs mit der Feststellung der Fundstelle Beckenzipfel gar nicht viel gewonnen wäre. Die Ürnchen und Broncereste sind nämlich ganz gewifs verschiedenen Ursprungs und stammen von wenigstens drei Fundstellen. Die sämtlichen Broncereste (Tafel 5), welche aus Trümmern von massiven und hohlen Ringen bestehen, die vom Feuer stark gelitten haben und teilweise geschmolzen sind, ferner die weifsgebrannten Knochenreste und die Gefäfse Nr. 25, 18, 13, 12, 11, 5, 2 und 1 gehören der Hallstattzeit an; denn nicht blos die typische Form des Urnenrandes Nr. 25, der Schale Nr. 11, deren kleiner Boden konkav ist, sprechen dafür, sondern ebenso kennzeichnend ist der Graphitüberzug der Schale Nr. 18, der Gefäfse Nr. 5, 12 und 13. Dagegen scheinen die Gefäfse Nr. 17, 4, 6 und 19 der Bronceperiode und die Urnen Nr. 22, 23 und 24 der neolithischen Zeit oder ältesten Broncezeit angehören. Die Gründe hiefür sollen bei der Besprechung der einzelnen Stücke namhaft gemacht werden.

Nr. 22. Aus hart gebranntem Thon, aufsen rötlichgelb, innen grauschwarz. Das unregelmäfsig runde Gefäfs trägt im oberen Drittel die parallelen Schnurornamentlinien, welche die Gefäfse der neolithischen

Zeit und der Übergangszeit kennzeichnen*). Ein zweites Merkmal des hohen Alters sind die beiden benachbarten Durchbohrungen nahe dem Rand, welchen an der gegenüberliegenden, leider ausgebrochenen, Stelle jedenfalls ein gleiches Paar entsprach. Solche Schnurlöcher zum Tragen des Gefäfses sind die Vorläufer der Henkel und treten auch noch in der älteren Broncezeit auf.**) Sie sind erst nach dem Brennen des Thons gebohrt worden, wie der Augenschein zeigt. Das Schnurornament ist auf der in der Abbildung nicht sichtbaren Seite des Gefäfses eigentümlich verwaschen, wie von lang anhaltenden Witterungseinflüssen angefressen. An einer Stelle ist das interessante Ürnchen deutlich von Rufs geschwärzt. Die Wandstärke beträgt durchschnittlich 4 mm.

Nr. 24 hat aufsen und innen schwarzgraue Farbe und die gleiche Scherbendicke. Schon die Becherform kennzeichnet das neolithische oder wenigstens frühmetallzeitliche Alter, und zwei wichtige Momente treten hinzu: 1) die höchst unregelmäfsigen Verzierungen, aus Doppelreihen von schwalbenschwanzförmigen Eindrücken bestehend; sie sind mit einem besonderen Instrument hergestellt.

2) Nahe dem Rande hat das Gefäfs drei, auf den Umfang symmetrisch verteilte, vorspringende Warzenpaare; diese Erhöhungen sollten offenbar ein Wanken des Gefäfses verhindern, wenn es in einem Ring oder dergl. über dem Feuer hängte. Auch diese Wülste finden sich noch in der Bronceperiode***). Einem ähnlichen Zweck müssen die drei Höcker des Näpfchens Nr. 6 entsprochen haben.

Nr. 23 ist ein ziemlich regelmäfsig gearbeiteter Becher aus sehr hartem, sandigen Thon von graubraunem, mattem Aussehen. Die Bandenverzierung besteht aus 1 mm breiten und ebenso tiefen, rechteckigen Rinnen, welche sehr sorgfältig hergestellt sind. Die Rinnen waren, nach anhaftenden Spuren zu urteilen, früher mit einer bräunlichen, weichen Füllmasse ausgestrichen, welche jetzt herausgefallen ist; dieser Umstand spricht auch hier für sehr hohes Alter†).

Nr. 17 ist ein gehenkelter Becher aus feingeschlämmtem Thon von grauer Farbe. Er hat typische Broncezeitform††). Das Gleiche gilt wohl von dem zierlichen Töpfchen Nr. 4, vor allem wegen der beiden Schnurösen nahe dem Rande. Die Verwendung dieser kleinen Gefäfse ist uns unklar; sie mögen wohl Spielzeuge gewesen sein.

Nr. 3 ist ein merkwürdiges Gerät mit schwach eingedrücktem Boden, welcher siebartig durchlocht ist. Es ist sehr abgenützt, grauschwarz, und sehr roh geformt, und kann nur als Seiher gedient haben.

---

*) M. Much, die Kupferzeit in Europa, Jena 1893, S. 73.
**) Vgl. diese Festschrift: Labersricht, Hügel III, Nr. 23b.
***) Abhdlg. d. Naturh. Ges. Nürnberg, XI. Bd. 1898, T. VIII.
†) M. Much, die Kupferzeit in Europa, Jena 1893, S. 72.
††) Abhdlg. d. Naturh. Ges. Nürnberg, XI. Bd. 1898, T. VIII.

Nr. 8, gleichfalls von ganz roher Form, hat eine äufserst rauhe, grobkörnige Oberfläche, welche durch grofse, dem Thon beigemengte Feldspatkörner verursacht ist. Man erkennt das Mineral deutlich am Schiller der Spaltungsflächen.

Das plumpe Gefäfs Nr. 20 aus rotbraunem Thon hat einen so auffallend dicken Boden, dafs es kaum zum Erhitzen bestimmt sein konnte.

Der Thonwirtel Nr. 14 ist stark berufst und hat wahrscheinlich als Unterlage für Gefäfse gedient, die am Feuer stehen sollten.

Wenn man die einzelnen Stücke dieses gemeinsam benannten Fundes vergleicht, so findet man aufser den anfangs erwähnten Gefäfsen der Hallstattzeit kaum zwei, deren Thon die gleiche Beschaffenheit hätte. So macht z. B. das graue Gefäfs Nr. 2 ganz den Eindruck, als ob es auf der Drehscheibe in der La Tène-Zeit hergestellt worden wäre; auf keinen Fall pafst der plumpe, von Hand geformte Deckel dazu, der ihm beigegeben war.

Racknitzgarten in Nürnberg.

(Kleine Spielzeuggefäfse der Broncezeit?)

Vergl. die Tafel 32.

Von Herrn stud. rer. nat. Hans Birkner wurden dem Verfasser 9 kleine Thongefäfse übergeben, welche vor vielen Jahren unter einem Birnbaum sehr tief aus dem Boden herausgegraben worden seien. Der Fundort liegt im sog. Racknitzgarten in Nürnberg, 200 m süd-südwestlich von der Uhr der neuen Blindenanstalt, und scheint ein Flachgrab gewesen zu sein. Aufser den Gefäfsen wurde noch ein Scherben übergeben, der einer hallstattzeitlichen Schale angehört und dementsprechend mit Graphit überzogen ist. Trotzdem scheinen uns die zierlichen Töpfchen einer älteren Zeit, der Bronceperiode, anzugehören, wenigstens zum Teil. Aussehen und Beschaffenheit des Thons sind bei den einzelnen Stücken so verschieden, dafs es schwer wird, an einen gemeinsamen Ursprung der alten Sammlungsexemplare zu glauben.

Für die Broncezeit möchten wir vor allem das Töpfchen Nr. 7 wegen seiner typischen Form in Anspruch nehmen. Es ist aus ziegelrotem, sandigem Thon, die Aufsen- und Innenseite sind von schmutzig-grauer Farbe, welche an einzelnen Stellen abgerieben ist und den roten Lehm vorschauen läfst. Die beiden Schnurhenkel sind sehr zierlich geglättet, aber das übrige Gefäfs zeigt rohe, ungleiche Handarbeit.

Noch mehr gilt das von den aus schmutziggelbem Lehm gebrannten Töpfchen 5 und 9.

Von olivenbraunem, glänzenden Aussehen, aber gleichfalls roh geformt ist die gehenkelte Schale Nr. 1.

Dagegen zeigen die Gefäfse Nr. 2 und 4 eine fehlerfreie, formvollendete Rundung und eine sorgfältig geglättete Aufsenfläche, wodurch ihre Entstehung in der Hallstattzeit an Wahrscheinlichkeit gewinnt. Nr. 2 ist rot-

gelb, und die eine untere Hälfte der Aufsenwand ist deutlich mit Rufs geschwärzt; das Ürnchen ist also zweifellos zum Kochen benützt worden. Bei der Henkelschale Nr. 4 ist der winzige, nur 15 mm im Durchmesser haltende Boden halbkugelförmig eingedrückt, und das Gefäfs sieht so gleichmäfsig aus, als wäre es auf der Drehscheibe geformt.

Der Form nach zur Hallstattzeit wäre auch das grauweifse Ürnchen Nr. 6 aus rauhem, aber sandfreiem Thon zu weisen.

Die kleinsten Gefäfse der Sammlung sind das Miniaturtäfschen Nr. 8 aus Ziegellehm und das Lämpchen Nr. 3, beide sehr kunstlos von Hand hergestellt. Das Lämpchen zeigt am Hals intensive Berufsung und mufs viel benützt worden sein. Der Boden hat am Vorderrande einen Wulst, so dafs das Lämpchen schief steht und das Dochtloch sich im Niveau der oberen Öffnung befindet: vermutlich sollte so ein Überlaufen der Füllung verhindert werden.

Einige dieser seltsamen Liliputgefäfse haben grofse Ähnlichkeit mit solchen von der Fundstelle Beckenzipfel*) bei Kersbach und es wäre interessant, wenn künftige Grabungen den Zusammenhang aufklären würden, welcher vielleicht zwischen beiden Fundorten besteht.

Alfalter.

(Jüngere Hallstattzeit mit Feuerbestattung.)

Vergl. die Tafeln 4 und 15.

Zu der schon früher**) gegebenen Beschreibung der Hügelgrabung bei Alfalter sind die Abbildungen der Metallbeigaben und einiger Thongefäfse nachzutragen, welche inzwischen wiederhergestellt worden sind. Die Metallbeigaben bestehen aus dem Eisenstäbchen Nr. 1 (Tafel 4) und den gleichfalls eisernen Bruchstücken Nr. 2 und 3. Ersteres, aus spiralig gewundenem Draht gebogen, scheint zu Toilettezwecken verwendet worden zu sein.

Die Gefäfse sind eine mit Graphit bestrichene Henkeltasse Nr. 1 (Tafel 15), eine grofse, bauchige Urne Nr. 2 von grauweifser Farbe und das wertvolle Bruchstück eines Gefäfses Nr. 3. Es ist gleichfalls graphitiert und in eigenartiger, sehr interessanter Weise ornamentiert. Diese Verzierungen scheinen symbolische Bedeutung als Tierbilder zu haben, wie aus einem ähnlichen, von Professor Naue in der Oberpfalz ausgegrabenen Ornament hervorgeht.***)

*) S. diese Arbeit.

**) Festschrift zur Begrüfsung des XVIII. Kongresses der deutschen anthropologischen Gesellschaft in Nürnberg, Nürnberg 1887. S. 72.

***) Revue archéologique, Paris 1895, pag. 35.

Houbirg.

(Einzelfunde der Bronce-, Hallstatt- und Früh-La Tène-Periode.)

Vergl. die Tafel 9.

Herrn Hausmeister Zippelius verdankt die Sammlung der naturhistorischen Gesellschaft mehrere Einzelfunde von dem riesenhaften, durch alle Perioden der Vorgeschichte benützten Ringwall Houbirg bei Hersbruck.

Es sind vier thönerne und ein Wirtel aus Glas, eine gerade Broncenadel, eine sehr schöne Früh-La Tène-Fibel und ein schwalbenschwanzförmiges Broncezierstück.

Die thönernen Wirtel Nr. 4, 7, 8 und 9 sind von abgeflacht spindelförmiger Gestalt und mit einer axialen Bohrung versehen. Nr. 8 hat am Umfang acht muldenförmige Eindrücke. Sehr schön ist der Wirtel Nr. 10 aus trübem flaschengrünem Glas. Seine Form gleicht aufs Haar der eines Gesundheitskuchens, und wie um die Täuschung zu erhöhen, gleichen radiale Wülste aus trüb-milchweifser Schlacke dem üblichen Zuckergufs.

Die gerade Broncenadel Nr. 11 hat gar keine Verzierung und war vielleicht ein pfriemenartiges Instrument. Das Kopfende ist etwas breitgehämmert.

Ein Stück von sehr schöner Form ist die Broncefibel Nr. 5, durch den bis zur Mitte des Bügels umgebogenen Kopfteil als Früh-La Tènefibel gekennzeichnet. Der Bügel ist auf der Oberseite schön graviert und schwillt in der Mitte leicht an. Das Kopfende schliefst zwischen zwei Gesimsen eine quastenförmig gerillte Verdickung ein.

Das Broncegufsstück Nr. 6 scheint einem Schmuckgehänge angehört zu haben. Es ist von ziemlich roher Gufsarbeit und durch kunstlos eingehauene Striche dürftig verziert.

Streitberg und fränkische Schweiz.

(Ausgehende Hallstattzeit.)

Vergl. die Tafel 9.

Im Garten des prakt. Arztes Dr. Weber in Streitberg wurde bei einer Grabung eine gerade Broncenadel mit ösenförmigem Kopfende gefunden. Im Verein mit einem Broncearmring und einer Vogelkopffibel gelangte sie in den Besitz der Naturhistorischen Gesellschaft.

Die Broncenadel, Abb. 2, ist aus 2 mm starkem Draht gefertigt. Das untere Ende ist äufserst scharf zugespitzt, das Kopfende besteht aus einer Schleife, zu welcher der plattgehämmerte Draht umgebogen ist. Dieser Teil ist durch eingehauene Querstriche ornamentiert.

Der Armring Nr. 1 ist stark abgenützt und läfst nur noch erkennen, dafs er ehemals drei verdickte Wülste in symmetrischer Anordnung besafs, wie sie in der jüngeren Hallstattperiode so oft wiederkehren.

Die Vogelkopffibel ist von prächtiger Gufsarbeit und stellt eine interessante Variante der bei Walkersbrunn*) gefundenen Form dar. Vor allem ist der prachtvoll geschwungene Hals viel kräftiger; er trägt eine aus runden Papillen gereihte Halskrause. Der Kopf mit dem grofsen, glänzenden Auge, an welchem sogar die Nickhaut angedeutet ist, hat die unverkennbare Form des Gänseschädels. Der rückwärts gewandte Schnabel ist im Gefieder vergraben, eine bekannte Schlafstellung dieser Tiere. Eine Reihe von Papillen deutet auch hier die Konturen des Schnabels und der Schwingen an. Die Federspirale hat vier Windungen und ist nur auf der linken Seite vorhanden; auch sie besitzt einen Eisenkern.

Pfünz.

(Fränkisch-Alamannische Reihengräberperiode.)

Vergl. die Tafel 5.

In der von der naturhistorischen Gesellschaft angekauften Sammlung des praktischen Arztes Dr. Weber befand sich eine Tafel mit Broncegegenständen, welche die Bezeichnung trug: »Fränkische Schweiz oder Pfünz?« Da nach dem Tod des früheren Besitzers die hierin enthaltene Frage nicht mehr entschieden werden kann, so bleibt uns nur übrig, den vorgeschichtlichen Fund als solchen zu besprechen. Die 7 Broncegegenstände sind vorzüglich erhalten und mit dunkelgrüner, glänzender Patina bedeckt. Sie bestehen aus einem glatten, in zwei Teile zerfallenen Fingerring, einer sehr schönen, langen Broncenadel, vier Armringen aus Draht und einem Bronceblechring. Die vier Armringe, deren einer in Abb. Nr. 2 wiedergegeben ist, sind aus ursprünglich geradem Broncedraht von Hand gebogen. Das eine Ende, zu einem Haken umgebogen, ist in das ösenartig geformte andere Ende federnd eingehängt. Diese Einrichtung ist kennzeichnend für die Völkerwanderungszeit, in welcher die Mehrzahl der Leichname in reihenförmig aneinander gesetzten Flachgräbern bestattet wurde.

Das ösenförmige Ende des Drahtrings läuft in eine kleine Spirale aus und ist vom Beginn der Biegung an deutlich breit gehämmert.

Von hervorragend schöner Arbeit ist die lange Broncenadel Nr. 4. Der dreifach gekröpfte Kopf geht in den 3 mm dicken und nach unten spitz zulaufenden Stab über; eine runde, durchbohrte Unterlagsscheibe aus Bronceblech scheint das Durchschlupfen des kleinen Nadelkopfes verhindern zu müssen, wenn die Nadel im Haar oder im Gewand steckt.

Der Bronceblechring Nr. 3 ist aus einem rechteckigen Blechstreif sehr kunstlos gebogen und die Enden sind nicht einmal vernietet. Das

*) Siehe diese Festschrift.

Blech ist durch eine grofse Anzahl von Höckerchen verziert, welche nach aufsen vorspringen. Sie sind mit dem Punzeisen auf der Innenseite des Rings eingeschlagen worden.

II. Zusammenfassung der Resultate.

Die Mehrzahl der prähistorischen Denkmäler in der Umgebung der Stadt Nürnberg besteht aus Hügelgräbern der jüngeren Hallstattzeit. Seltener begegnen uns Flachgräber der Bronceperiode und reihenweise angelegte Flachgräber der fränkischen Zeit. Grabhügel der Broncezeit wurden bis jetzt erst ostwärts und südwärts vom Rande des fränkischen Juras gefunden. Die jüngere Steinzeit ist, mit Ausnahme der Höhlen des Juras, bis jetzt nur durch mehrere Einzelfunde von Steinbeilen und Steinhämmern und durch einen einzigen Gefäfsfund unaufgeklärten Ursprungs vertreten.

Die Lage der Hügelgräber ist, eine einzige Nekropole abgerechnet, durchweg eine erhöhte. Oft gebieten die pietätvoll gewählten Ruhestätten über eine wahrhaft prachtvolle Fernsicht in die Bergketten und Thäler des Jurazugs, deren Bevorzugung sich darin bekundet, dafs die Grabhügel vielfach hart am Steilrande der Berge errichtet sind. Diese Thatsache ist beachtenswert, weil die wasserarmen Hochebenen und Kämme des Kalkgebirgs auf keinen Fall Ansiedelungen getragen haben, welche sich vielmehr in den wasserreichen Thälern befunden haben dürften. Die Toten wurden also, sei es aus Pietät oder aus abergläubischer Furcht, ein weites Stück Wegs bergan getragen zur letzten Ruhe.

Auch in der Ebene zwischen der Stadt und dem Jurarande sind die Grabhügel, wenn es irgend möglich war, auf natürlichen Bodenerhöhungen errichtet. Mit peinlicher Konsequenz sind in mehreren Fällen*) selbst Erhebungen benützt worden, die nur aus einer über den Erdboden hervorragenden Felsplatte von wenigen Quadratmetern Ausdehnung bestehen. Dadurch erschienen die errichteten Grabhügel dem Auge des Beschauers viel höher und oft ausgedehnter, als sie wirklich waren. Die thatsächliche Gröfse der aufgeschütteten Hügel ist nicht bedeutend, sie wechselt von 5 m Durchmesser und $^1/_2$ m Höhe bis zu 20 m Durchmesser und 2 m Höhe. Nur in einem Ausnahmsfall**) erreichte sie 30 m Durchmesser bei einer Höhe von fast 3 m. Die grofse Mehrzahl der Hügel hat 10 bis 12 m im Durchmesser des Grundkreises und etwa $^3/_4$ bis 1 m Höhe. Es wäre sehr schwierig, solch' kleine Erhebungen in der gleichfarbigen Umgebung eines Waldbodens als künstliche Bauten zu erkennen, wenn nicht gewisse bestimmte Anzeichen dafür fast stets vorhanden wären. Vor allem sind die Hügel in der Regel vollkommen rund und heben sich in scharfer Ab-

*) Vergl. Buchenberg u. Vogelherd.
**) Langenzenn, vergl. diese Festschrift.

setzung vom umgebenden Boden ab. Da sie dieses Merkmal mit den zahlreichen verlassenen Kohlenmeilern des Reichswaldes teilen, so ist es wichtig, dafs diese stets von einem seichten Graben umringt sind, welcher bei Grabhügeln so gut wie nie vorkommt. Denn während die Erde des Kohlenmeilers eben aus dem Ringgraben geschöpft wurde, sind die Grabhügel aus herbeigeschafftem Material auf ebener Erde errichtet worden. Das Baumaterial besteht auch nicht, wie bei den Meilern, aus reiner Erde, sondern aus Steinen und Erde; oft herrschen die Steine vor, und sie bilden daher das wichtigste Erkennungszeichen der Grabhügel, weil sie aus der Oberfläche hervorragen. Die Steine, welchen mit Vorliebe die Plattenform gegeben ist, wurden häufig in radialer Richtung in gewissen Abständen aufrecht gestellt, und die Zwischenräume wurden mit Steinknollen und Erde gefüllt. Dadurch erhielt der Hügel gröfsere Festigkeit und den wilden Tieren war es verwehrt, die Leichen auszuscharren. Man hat also bei der Untersuchung eines im Walde gefundenen Hügels sein Augenmerk auf diese gestellten Platten zu richten, welche hie und da aus der Oberfläche hervorragen. Gar nicht selten sind die Steine aus einer geologischen Schichte herbeigeschafft, welcher die Umgebung des Grabhügels nicht angehört, und sie bilden dann ein untrügliches Erkennungszeichen.

Ein Steinkranz am Umfang der Hügel ist im Gebiet eine grofse Seltenheit, obwohl er nicht fehlt. Überhaupt ist der Bau der Grabhügel so einfach und kunstlos, als nur statthaft war, damit sie ihren Zweck erfüllten. Von Grabgewölben, welche man auch bei uns beobachtet haben will, konnten wir nie eine Andeutung finden. In einem Falle*) enthielt ein kleiner Hügel in der Mitte eine viereckige Grabkammer aus grofsen Steinplatten. Dagegen ist die Menge der herbeigeschafften Steine meist eine sehr bedeutende, welche selten unter 10 Fuhren beträgt und oft 100 übersteigt; in einem Fall waren es 1100 Fuhren**). Sehr oft sind diese Lasten aus weiter Ferne mühevoll herbeigeschafft worden.

Über den Zweck der Grabhügel ist vielfach die irrige Meinung verbreitet, dafs in jedem Hügel eine Person begraben sein müsse, und oft wird in diesem Sinne gefragt, ob man es mit einem Mannes- oder Frauengrab zu thun habe. Diese Vorstellung wird bestärkt durch die benachbarte Lage vieler Hügel, weil man sich solche Nekropolen gerne als Friedhöfe vorstellt. Dazu kommt, dafs ungeeignete Forschungsmethoden, durch welche nur ein kleiner Teil des Hügels untersucht wird, thatsächlich oft zur Auffindung nur einer Leiche führen.

Wir glauben für unser Gebiet beweisen zu können, dafs diese Vorstellung irrig ist; dafs vielmehr jeder einzelne Grabhügel ein Friedhof gewesen ist, der lange Zeit hindurch in Benützung gestanden hat.

---

*) Balgeten, vergl. diese Festschrift.

**) Langenzenn, vergl. diese Festschrift.

Um eine zahlenmäfsige Grundlage zu besitzen, haben wir in der folgenden Tabelle eine Anzahl gut beobachteter Ausgrabungen zusammengestellt.

	Name der Grabungsstelle und Nummer des betr. Hügels	Anzahl der Leichen im ganzen Hügel	erdbestatteten Leichen	verbrannten Leichen	Leichen mit Bronce-Beigaben	Leichen ohne Bronce-Beigaben
1	Stöcklach	5—6	5—6	—	2	3—4
2	Langenzenn	4—9	?	4—9	—	—
3	Buchenberg	2	2	—	—	2
4	Behringersdorf (Finkenlach)	3—4	—	3—4	3—4	—
5	Breitenloh (Broncezeit).	6	6	—	3	3
6	Vogelherd (Broncezeit) Hügel I .	5	5	—	1	4
7	» » II .	1	1	—	—	1
8	» » III .	5—6	5—6	—	2	3—4
9	Balgeten, Hügel I . . .	1—2	1—2	—	1—2	—
10	Schwend, Hügel III (B.-Z.)	2	2	—	2	—
11	» » V »	4	3	1	1	3
12	Hirschberg, Hügel I . .	2—3	1	1—2	—	2—3
13	» » II . .	3—5	—	3—5	2—3	1—2
14	» » III . .	5—7	—	5—7	4—5	1—2
15	Nonnenberg-Platte . . .	2—3	1—2	1	—	2—3
16	Hammer	3	—	3	3	—
17	Labersricht, Hügel III .	6—8	4—5	1—2	3—4	2—3
18	» » VIII .	9—10	4—5	1	6—7	3
19	» » VII .	5—6	5	—	2—3	3
20	Beckersloh, Hügel III .	7—8	5	2	2—3	5
21	» » XIII .	7—8	4	2—3	1—2	5
22	» » XI .	5—7	5—7	—	1	4—6
23	» » X .	6—7	6—7	—	4	2—3
24	» » I .	7—8	4—5	3	1	6—7
25	» » II .	6	5	1	5	1
	zusammen:	111—136	74—84	31—44	49—58	56—67

Zum Verständnis mufs vorausgeschickt werden, dafs es oft sehr schwierig ist, die Zahl der in einem Hügel bestatteten Leichname festzustellen. Hat Erdbestattung stattgefunden, so sind ältere Skelette oft durch das Einlegen der späteren Leichen zerstört oder zerstreut worden; ist Feuerbestattung erfolgt, so sind die Knochen meist zu einem Häuflein weifser Bruchstückchen zusammengesintert, die kaum mehr zu indentifi-

zieren sind, oder sie sind völlig verbrannt, und die Stelle der Bestattung wird nur noch durch die Beigaben angedeutet. Wir haben in der Tabelle die niedrigsten und unzweifelhaft durch Schädelfunde u. dgl. gerechtfertigten Zahlen angeführt, obwohl wir überzeugt sind, dafs der doppelte Betrag noch nicht zu hoch gegriffen wäre. Aus der ersten Kolumne geht hervor, dafs unter 25 Grabhügeln nur einer (Vogelherd II) als Einzelgrab diente, während die Mehrzahl 5—6 Leichen enthielt. Die Mehrbestattung ist also nicht die Ausnahme, sondern die Regel. Ja, manchmal steigt die Zahl der vorgefundenen Skelette ins Ungemessene: ein Grabhügel im Gstäudi*) bei Altdorf enthielt Wagenladungen voll Menschenknochen, mit welchen die Bauern ihre Felder düngten.

Aus den weiteren Kolumnen ist zu sehen, dafs etwa 67 % der Leichen ohne Feuer bestattet, und 33 % verbrannt worden sind; ferner, dafs 45 % mit Broncebeigaben und 55 % ohne solche beerdigt wurden. Die Mehrbestattung könnte eine doppelte Erklärung finden: entweder haben die Leute in späterer Zeit die schon vorhandenen Hügel benützt, um ohne Mühe für einen Toten eine sichere Ruhestätte zu finden, — Nachbestattungen zufälliger Art; oder ein und derselbe Hügel wurde von friedlichen, ansässigen Gemeinden als fortdauernder Friedhof, vielleicht für eine Familie oder Sippe, benützt. Die erste Erklärung trifft gewifs in manchen Fällen zu, besonders in Gegenden, welche von römischen Truppen durchzogen wurden; aber die Mehrzahl der Hügel unseres Gebietes hat wohl dem letzteren Zweck gedient, wie besonders aus der Betrachtung der Nekropolen Beckersloh und Labersricht hervorgeht. Dort kann man deutlich verfolgen, wie die Beigaben älterer Bestattungen gegenüber solchen aus späterer Zeit ein altmodisches Gepräge tragen, das mit dem Abstand der Zeiten wächst; aber die Übergänge sind meist deutlich erkennbar.

Nicht blofs in den Beigaben, auch in der Bestattungsweise drückt sich dieser Zeitenunterschied deutlich aus, da die älteren Bestattungen in Beckersloh sämtlich Leichenverbrennung zeigen, die späteren ausnahmslos Erdbestattung. In Labersricht, dessen älteste Beerdigungsweise in die Broncezeit fällt, gehören die jüngeren Erdbestattungen und die Brandgräber mit calcinierten Skelettresten gleichfalls der Hallstattperiode an.

Es ist eine ganz merkwürdige, aber feststehende Thatsache, dafs im Gebiet während der jüngeren Hallstattzeit die Leichen teils verbrannt, teils ohne Verbrennung bestattet worden sind. Ein Blick in die zweite und dritte Kolumne unserer oben angeführten Tabelle lehrt zunächst, dafs von den Leichen der jüngeren Hallstattperiode (in der zweiten Kolumne sind 32, in der dritten 4 Broncezeitleichen abzurechnen) ungefähr 59% ohne Verbrennung und 41% mit Verbrenung bestattet worden sind.

*) Festschrift zur Begrüfsung des XVIII. Kongresses der deutschen anthropol. Gesellsch. in Nürnberg, 1887. S. 59.

Es läge die Vermutung nahe, dafs der Wechsel in der Bestattungsweise eine Übergangszeit innerhalb der jüngeren Hallstattperiode kennzeichne; das ist aber nicht der Fall. Denn sowohl die Erdbestattung findet sich in den älteren (Labersricht u. a.) und jüngeren (Stöcklach, Hirschberg) Abschnitten der jüngeren Hallstattzeit als auch die Feuerbestattung (Beckersloh, untere Brandschichten, bezw. Langenzenn und Hirschberg). Wir haben es also hier mit einem lokal wechselnden Gebrauch zu thun. Auch die Annahme mufs als hinfällig gelten, dafs die Leichen des einen Geschlechts, etwa der Männer regelmäfsig verbrannt, die des anderen Geschlechts beerdigt worden seien. Viele durch Schwert- oder Messerbeigaben als Männer gekennzeichnete Leichen fanden wir hier beerdigt (Stöcklach, Walkersbrunn u. a.) und dort verbrannt (Beckersloh, Langenzenn, Hirschberg u. a.). Das Gleiche konnten wir bezüglich der weiblichen Skelette nachweisen, wo solche identifiziert wurden. Während der Broncepériode scheint dagegen ein regelmäfsiger Wechsel stattgefunden zu haben, obwohl wir uns hier wegen unseres geringen Beweismaterials nur vermutungsweise äufsern möchten. Die Broncezeit von Breitenloh, Schwend-Hügel III, Schwend-Hügel V und Labersricht hat Erdbestattung, die jüngere Broncepériode von Hammer zeigt calcinierte Skelettreste.

Die Gräber der Broncezeit zeichnen sich durch ihre Armut, die der Hallstattperiode durch ihren wahrhaft mafslosen Überflufs an Thongefäfsen aus. Diese waren stets im Kreis oder Oval um die Leichen gestellt, gleichviel, ob diese beerdigt oder verbrannt waren.

Sehr häufig waren in den Gräbern der jüngeren Hallstattzeit mehrere, bis zu vier, Gefäfse ineinander gestellt. In einem Fall (Stöcklach) war eine birnförmige Urne unter den Arm des Toten als Stütze gestellt.

Eine vereinzelt auftretende Form der Bestattung ist das während der jüngeren Hallstattzeit sich findende Urnenbegräbnis. In meist grofsen, mit Graphit geschmückten Urnen sind calcinierte Knochenreste enthalten, welche in einigen Fällen an Schädelstücken als Menschenknochen erkannt worden sind (Langenzenn; Beckersloh, Hügel I, in zwei Fällen; Beckersloh, Hügel III, in zwei Fällen; Hügel XIII, in drei Fällen; Hirschberg, Hügel III, in vier Fällen; Labersricht, Hügel I und Hügel III, je einmal).

Wenn wir das Kapitel der Bestattungsweisen mit einer Vermutung abschliefsen dürften, so würde diese in der Ansicht bestehen, dafs die gröfseren Grabhügel nur ausnahmsweise (Langenzenn), wenn es sich etwa um ein Herrengrab handelte, von Anfang an diese Gröfse erhalten haben dürften; es wäre vielleicht gerechtfertigt, zu glauben, dafs die Mehrzahl der Grabhügel ursprünglich nicht gröfser waren, als dem Raumbedürfnis der ersten Leiche entsprach, und erst allmählich, nach Mafsgabe der nachfolgenden Bestattungen, an Gröfse zunahmen. Damit fände das korrespondierende Verhältnis zwischen der Gröfse der Hügel und der Zahl der in ihnen enthaltenen Skelette, welches wir oft beobachtet haben, eine Erklärung und aueh die Thatsache, dafs sich zwischen den grofsen, gleich-

artigen Hügeln mancher Nekropolen oft ganz kleine, mit nur einer oder zwei Leichen finden.

Die Quellen, aus welchen wir Kenntnisse über das Leben und Treiben der vorgeschichtlichen Menschen unseres Gebiets schöpfen, fliefsen leider spärlich und trübe, und es sind nur wenige, schwach gegründete Vermutungen, welche uns der Gräberbefund auszusprechen erlaubt. Von der Religiosität jener Völker uns eine Vorstellung zu machen, fehlen uns alle und jede Anhaltspunkte. Aber die Art der Bestattungen deutet an, dafs sie an eine Fortdauer der Seele geglaubt haben; sonst hätte die Mitgabe von Speisen in das Grab, deren verkohlte Reste nicht selten den Urnenscherben anhaften, keinen Sinn. Überhaupt scheint uns der Gebrauch, dem Toten seinen ganzen, ungeheuren Urnenschatz und all' sein Hab und Gut mit in das Grab zu legen, weniger einem feinen Pietätsgefühl entsprungen zu sein, als dem bei Naturvölkern eher zu findenden Aberglauben: man fürchtete sich vor dem Rachegeist des Toten, dessen Gefäfse man gleichsam ohne Recht, durch einen Zufall, erworben hatte, folglich nicht als Eigentum betrachten durfte. War der Dahingeschiedene das Opfer einer ansteckenden Krankheit geworden, welche sich durch den Gebrauch seines Nachlasses auf die Erben übertrug, so mochten solche geheimnisvolle Erkrankungen am gleichen Übel viel zur Erhärtung des Aberglaubens beitragen in einer Zeit, da man von den unsichtbaren Infektionserregern noch nichts wufste. Man betrachtete den Fall vielleicht als einen Akt der Rache des Toten, dessen »Vampyr« die Habgier der Überlebenden zur Strafe heranzog.

Aus verschiedenen Beigaben von thönernen Klapperkugeln (Alfalter, Beckersloh, Gerauer Anger) dürfen wir mit weniger Phantasie den Schlufs ziehen, dafs auch die vorgeschichtlichen Kinder schon Freude am Spielen hatten, und einem ähnlichen Zweck mögen die manchmal vorkommenden Miniaturgefäfschen gedient haben.

Beweist endlich schon das regelmäfsige Vorhandensein von Schmuckgegenständen in unseren vorgeschichtlichen Gräbern, dafs den einstmals lebenvollen Körpern auch die menschliche Eitelkeit nicht fehlte, so lassen die übertriebenen und oft geckenhaften Schmuckstücke am Ende der Hallstattperiode auch auf deren unschönste Auswüchse schliefsen.

III. Die Methoden der Grabung.

Nach den sporadischen Notizen zu urteilen, welche über die bei Ausgrabungen angewandten Methoden der Grabung und der Messung in die Öffentlichkeit dringen, wird diesem Kapitel im allgemeinen nicht so viel Wert beigemessen, als es uns zu verdienen scheint. Verdanken wir doch gerade eine Reihe wichtiger Aufschlüsse der Gründlichkeit einer Grabungs-

methode, welche — uns scheint mit Unrecht — als zu teuer und zeitraubend verrufen ist, nämlich der v. Cohausen'schen Vorschrift. Sie besteht bekanntlich darin, dafs der abzugrabende Hügel mit einer entsprechenden Anzahl von Arbeitern am ganzen Umfang gleichzeitig in Angriff genommen und in konzentrischen Kreisen bis zur Mitte abgegraben wird. So bleibt keine Schaufel Erde im ganzen Hügel ungewendet. Die Funde werden entweder mit dem Bandmafs von der vorher bestimmten Hügelmitte aus vermessen, wobei die Orientierung durch Richtungspfähle erfolgt, welche am Umfang des Hügels eingeschlagen worden sind; oder, nach neuerer Vorschrift, die Oberfläche des Hügels wird durch ausgespannte Schnüre in ein Netz von Quadraten eingeteilt. Fragen wir uns zunächst, welche anderen Methoden für die rationelle Untersuchung eines Hügels noch in Betracht kommen. Die Abtragung von einer Seite aus, in einer Reihe paralleller Sehnen des Grundkreises vorrückend, bis die letzte Erhöhung gefallen ist, kann nur als eine bei sehr langgestreckten Hügeln anzuwendende Modifikation der v. Cohausen'schen Methode gelten. Die Methoden des Trichterstichs, des Durchstichs und des Kreuzgrabens sind ganz verwerflich, weil sie zwar schnell zu Funden führen, aber eine viel zu oberflächliche Kenntnis von der Beschaffenheit des Hügels geben. Aus dem Ergebnis einer solchen Grabung darf so wenig auf die letztere geschlossen werden, als aus dem Aussehen einer Zimmerecke auf das des ganzen Zimmers. Zwar etwas gründlicher, aber kaum exakt durchführbar scheint uns die Vorschrift, einen Hügel in einzelnen Sektoren abzugraben.

Somit bliebe für Grabhügel nur noch eine Methode: die Abtragung in parallelen Horizontalschichten, welche gegenwärtig die meist angewendete zu sein scheint. Wir glauben, entgegen der herrschenden Ansicht, sagen zu dürfen, dafs sie, bei konsequenter Durchführung für den ganzen Hügel, wesentlich teurer kommt, als die konkurrierende v. Cohausen'sche Methode. Wenn nämlich die Arbeiter bei Entfernung der obersten Horizontalschichte eines mittleren Grabhügels von etwa 16 m Durchmesser die Erde von der Mitte des Hügels wegschaffen sollen, so können sie diese unmöglich 8 m weit, bis zum Rande des Hügels, werfen. Entweder werden also die peripheren Teile des letzteren zugeschüttet und der Durchforschung entzogen, oder die Erde mufs auf zwei oder gar drei tempi entfernt werden, was die Kosten ganz beträchtlich erhöht. Das Wegschaffen mittelst Schubkarrens ändert wenig hieran.

Aufserdem scheint uns diese Grabungsweise noch einen Nachteil zu besitzen. Handelt es sich um Hügel, welche, wie in der Nekropole Labersricht, in verschiedener Höhe Bestattungen aus verschiedenen Zeiten enthalten, so kommt es auf eine genaue Wahrung des Höhenniveaus an, in welchem jeder Fundgegenstand sich befindet. Nun bedingt es die oben besprochene Bauart fast aller Grabhügel des Gebiets, dafs viele aufrecht gestellte Steinplatten von 0,6 bis zu 1 m Länge entfernt werden müssen, wodurch solche Löcher entstehen, dafs es unmöglich erscheint, in einem

bestimmten Horizontalniveau zu bleiben. Da würden hier unversehens Funde aus gröfserer Tiefe in einem Niveau erscheinen, welches dort Gegenstände aus anderen Zeiten birgt; so müfste diese wichtige Thatsache in manchen Fällen der Beobachtung entgehen.

Auch kann das Befahren mit beladenen Schubkarren oder das Hin- und Hergehen der Arbeiter auf den seicht geborgenen Funden die Erhaltung derselben nicht gerade fördern.

Hat man es erst mit gröfseren Grabhügeln zu thun, so müfste die Schichtenmethode wegen der unüberwindlichen Schwierigkeit, die Erde und die Steine hinauszuschaffen, völlig versagen.

Alle diese Mängel, zu welchen durch die Vermessung noch andere Ärgernisse hinzu kommen, lassen sich bei der v. Cohausen'schen Methode vermeiden. Hier macht der Transport von Erde und Steinen die denkbar geringste Mühe, da sie der im Graben stehende Arbeiter an dessen Vorderwand wegnimmt und sofort an die Rückwand des Grabens anlegt. Der Ringgraben schreitet stets mit dem Arbeiter gegen die Hügelmitte vor. Eine Verwechselung verschieden hoher Schichten ist nicht möglich und die Tiefenmessung wird durch das stets vorhandene Bild des senkrechten Durchschnitts sehr leicht und bequem. Kommt aber ein Skelettteil oder irgend ein ausgedehnter Fund zum Vorschein, so wird sofort ein entsprechendes Stück des Erdstocks von oben abgedeckt, bis der Fund freiliegt. In solchen Fällen lassen sich die Vorteile beider Methoden geradezu vereinigen, wenn man von der Methode v. Cohausens ausgegangen ist. Sie hat sich auch über Erwarten gut bewährt bei der Anwendung auf grofse Hügel von 30 m Durchmesser und fast 3 m Höhe, angesichts deren selbst erfahrene Praktiker die Abgrabung in Sektoren vorschlugen. Da die Höhe des unausgegrabenen Teils in solchen Fällen für die Arbeiter eine Einsturzgefahr mit sich bringen müfste, so ist es notwendig, zwei bis drei treppenförmige Stufen übereinander anzulegen, deren jede dann nur die Hälfte bezw. ein Drittel der Gesamthöhe des Hügels hat. Die auf den oberen, etwa 1 m breit angelegten Terrassen stehenden Arbeiter werfen die freigewordene Erde über die Köpfe der unten im Graben beschäftigten Leute an dessen Rückwand. Diese Terassen bieten noch den Vorteil, dafs man mehr Arbeiter unterbringen und dadurch die Zeit, welche die Grabung beansprucht, wesentlich verkürzen kann.

Man hat gesagt, die Schichtenmethode liefere ein besseres situs-Bild der Funde, als die v. Cohausen'sche. Das beste und allein wertvolle situs-Bild ist nach unserem Bedünken der nach den Messungen und Aufzeichnungen hergestellte Plan des Grabhügels, aus welchem erst ein Urteil über die wirkliche Orientierung der Funde zu einander geschöpft werden kann und der zu den wichtigsten Belegen des Ausgrabungsprotokolls gehört. Um ihn anzufertigen, braucht man nichts als die Zahlen, welche die Entfernung der Funde von der Mitte, ihre Tiefe und Richtung gegen die Mitte angeben.

Diese Zahlen mit möglichst wenig Vorbereitung, möglichst kleinem Apparat und möglichst wenig Mühe festzustellen, ist ein wichtiges Erfordernis, besonders, wenn die Funde rasch auf einander folgen. Zu diesem Zweck haben wir seit dem Jahre 1897 folgende Vorrichtung getroffen: ein quadratisches Brett von 40 cm Seitenlänge, das auf der Rückseite mit zwei Querleisten versteift ist, wird mit einem möglichst grofsen Kreis versehen, dessen Mittelpunkt der Schnittpunkt der Diagonalen ist. Auf dem Kreisumfang werden mit deutlicher, wetterfester Schrift Teilstriche von fünf zu fünf Grad aufgetragen und mit den Bezeichnungen 0^0, 5^0, 10^0, 15^0 . . . . . bis 360^0 versehen. In der Mitte und an den vier Ecken wird das Brett mit je einem Loch von 2 cm Weite durchbohrt. Das auf solche Weise vorbereitete Mefsbrett, ein kleiner Kompafs und ein aufrollbares Bandmafs von 10 m Länge bilden unseren ganzen Vermessungsapparat. Nachdem die Mitte des Grabhügels mit dem Bandmafs festgestellt ist, wird das Mefsbrett aufgelegt und mit dem Kompafs so orientiert, dafs die Verbindungslinie der Punkte 180^0 und 360^0 in der Süd-Nordrichtnng steht; ist das genau genug erreicht, so werden durch die fünf Löcher ebensoviele Holzstäbe von passender Dicke und etwa 25 cm Länge in den Erdboden gesteckt, um das Mefsbrett zu fixieren. Dann überzeugt man sich, ob es die Richtung nicht verändert hat und schlingt dann das schleifenförmige Ende des zusammengerollten Bandmafses um das herausragende Ende des Holzstabes, welcher die Kreismitte bezeichnet. Wird an irgend einer Stelle im Hügel ein Fund gemacht, so wird das sich abwickelnde Bandmafs bis zum Fundort gezogen und straff gehalten, so dafs es wie eine Messerschneide über dem Teilkreis spielt: so kann man aus der Gradzahl, über welcher das Band steht, ohne weiteres den Winkel ablesen, welchen die Verbindungslinie der Fundstelle und der Hügelmitte mit dem Meridian bildet. Gleichzeitig gibt das Bandmafs die Entfernung von der Mitte an, so dafs man nur durch eine zweite Messung mit dem festen Mafsstab die Tiefe der Fundstelle festzustellen braucht. Das Teilbrett scheint uns ebenso zweckmäfsig zu sein als es eine Bussole von gleicher Gröfse wäre, ohne dafs es den grofsen Nachteil der letzteren besitzt, welcher in dem lang andauernden Schwingen der Nadel und, nicht zuletzt, in dem enormen Preis solcher Instrumente besteht. Dabei ist es gar nicht nötig, das Brett sehr genau, d. h. genauer, als ein Handkompafs gestattet, einzustellen. Denn eine kleine Ungenauigkeit in dieser Handlung dreht nur das Gesamtbild des Hügels, nicht die von ihr unabhängigen Einzelmessungen. Die Drehung des Gesamtbilds ist belanglos, weil die Erbauer des Grabhügels seine Orientierung schwerlich mit der Genauigkeit eines Handkompasses vorgenommen haben werden. Aus demselben Grund ist es zwecklos, die Genauigkeit der Messung durch Anwendung von Präcisionsinstrumenten zu erhöhen; sie ist schon bei Anwendung dieses selbstgefertigten Teilbretts gröfser, als nötig wäre. So konnte z. B. die Lage des Eisenschwertes in Hügel II in Beckersloh ohne Anwendung eines Kompasses

durch Vermessung der Schwertspitze und der Griffzunge festgestellt werden, und die Methode ist hinreichend genau, um in analoger Weise lange Broncenadeln selbst in peripherer Lage festzustellen.

Nach den Messungen wird ein Plan des Grabhügels angefertigt, indem man die abgelesenen Winkelgröfsen mit einem Transporteur auf Papier überträgt.

Die mit Vorteil erreichbaren Genauigkeitsgrenzen einzuhalten, aber nicht zu überschreiten, wird das Ziel jeder gewissenhaften Messung sein.

XV Hügelgräber der Beckersloher Nekropole.

Von

Dr. S. v. Forster.

Dazu Tafel XVIII—XXXII.

Am 14. April 1887 wurde der erste Spatenstich an dem Grabhügel XII der Nekropole in der Beckerslohe gemacht. Der 21. August 1900 gilt als Schlufstag der Grabarbeiten in dieser Hügelgruppe. Eine lange Zeitperiode, deren Intervalle bedingt waren durch das örtliche Verhältnis des Grabfeldes, wie es der Waldbestand des Geländes ergab, ein Stück Geschichte der Thätigkeit unserer Sektion! Vereinigte doch dieser schöne Fleck der Jurahochebene die treuen Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen unserer Sektion, um in gemeinsamer Arbeit den grofsen Fundschatz zu heben, der in der Erde verborgen lag; verdichten sich Erinnerungsbilder aus den ersten Jahren der Grabarbeiten an die zu frühe verstorbenen Dr. Baumüller, Bezirksarzt Dr. Hagen, Dr. Rupprecht mit denen der jüngeren Zeit. Friedrich Freiherr von Behaim, der als Kurator der Tetzel'schen Stiftung durch die Überlassung des Grabfeldes an die Sektion dieser einen unschätzbaren Dienst geleistet und durch die hierin bewiesenen Sympathieen den wärmsten Dank der Sektion verdient hat, war beinahe regelmäfsiger Zeuge unserer Thätigkeit. Die Herren Dr. Bernett, Kommerzienrat Bing, Huber, Konsul Knapp, Hofrat Dr. Scheidemandel, Schultheifs, Stöhr und an erster Stelle die Pioniere der Wissenschaft des Spatens in unserem engeren Frankenlande, die Herren Justin und Ludwig Wunder, haben das Verdienst, bei der Erschliefsung der Beckersloher Nekropole mitgearbeitet zu haben. Wie manches schöne Fundstück ist uns erhalten geblieben durch die sachgemäfse Behandlung bei seiner Erlösung von Erdschollen durch Frauenhände. Frau Dr. v. Forster, Frau Kommerzienrat Reif, Fräulein Wunder sind nicht nur mit Interesse den jeweiligen Ereignissen des Tages auf der Beckerslohe gefolgt, sie haben an aktiver Schaffensfreude nicht hinter den Mitgliedern unserer Sektion zurückgestanden.

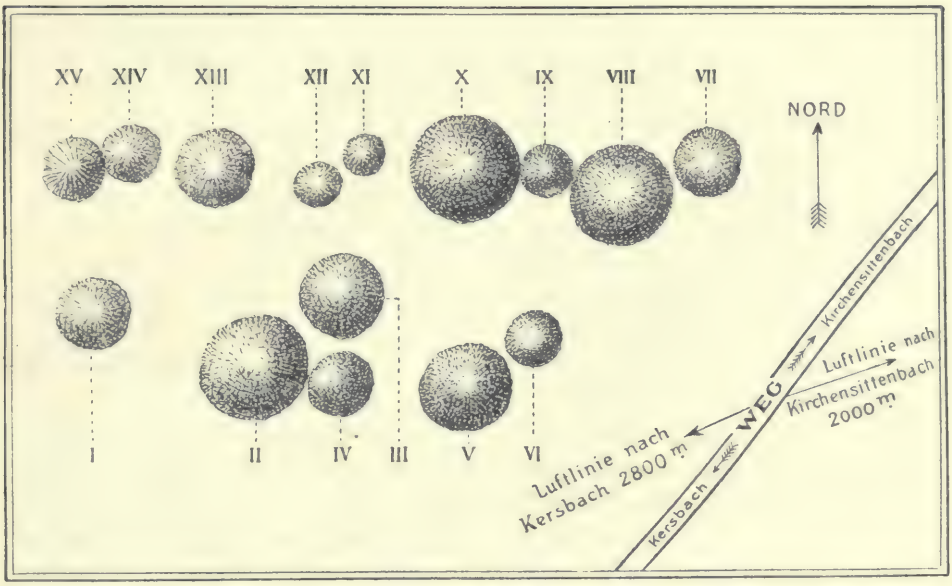
Wenn wir von dem idyllisch gelegenen Dorf Kersbach gegen den Glatzenstein aufsteigen, so fallen auf dem Wege gegen Kirchsittenbach auf der dem Glatzenstein anliegenden Bergeshöhe zwei parallel verlaufende, aus Steinen geschichtete Wälle, die noch streckenweise gut erhalten sind, ins Auge. Sie umsäumen den Gipfel der Bergeshöhe mit einem Richtungsverlauf von Nordwesten nach Südosten und erreichen an einzelnen Stellen noch eine Höhe von $1\frac{1}{2}$ bis 2 Meter. Sie sind Analogien zu den Umwallungen der Houbirg, einer Berghöhe bei Happurg im Pegnitzthal. Bildet der Houbirg Wall eine grofsartige, prähistorische Befestigungsanlage jen-

seits der Pegnitz, so sind die Schutzwehren des Glatzensteins diesseits des Flusses wohl nicht aufser Zusammenhang mit der benachbarten Nekropole in der Beckerslohe und im sogenannten Weidenschlag, eine Waldparzelle, welche einen Besitzstand von 18 Grabhügeln hat. Sie dürfen als Schutzwälle aus prähistorischer Zeit betrachtet werden, weil dieses Gelände aus späterer Zeit Spuren von Besiedlung nicht mehr aufweist und der Bau der Schutzwehren einen ausgesprochenen prähistorischen Charakter an sich trägt. Zwei tiefe Einschnitte mit muldenförmiger Formgebung ziehen einerseits von Siegersdorf in südöstlicher Richtung, andererseits gegen das Sittenbachthal in nordwestlicher Richtung nach Oberkrumbach. Erstere trennen die Beckerslohe vom Weidenschlag und scheinen zu beiden in der Beziehung zu stehen, dafs sie entweder einen Strafsenzug von Wohnstätte zu Wohnstätte hergestellt, oder den Zugang zu den Grabfeldern gebildet haben mögen. Hat man die höchste Höhe des Hochplateaus erreicht, so fesselt den Blick auf der Jurahochebene die weit ausgedehnte Kette der fränkischen Juraberge. Die Mannichfaltigkeit der Formationen der Berge bildet ein überraschend schönes Bild. In den Vordergrund dieses Bergpanoramas treten der Leitenberg, der Spiegelberg, Hohenstein, Ossinger, Zandberg, ein unvergleichlich herrlicher Anblick, zu dessen Betrachtung sich gerade der Waldabschnitt, welcher den Namen Beckerslohe trägt, besonders gut eignet.

Die Namensgebung »Beckerslohe«, oder wie die Katasterblätter diesen Waldabschnitt benennen »Bäckenlohe«, bietet keine sicheren Anhaltspunkte bezüglich ihres Alters und ihrer Ableitung. Es ist aus der Überlieferung weder durch Schrift noch von Mund zu Mund zu ersehen, welches die ursprüngliche, die alte Bezeichnung ist, und wie sie sich gebildet haben mag. Ein alter und mit der Geschichte seiner Heimat wohl vertrauter Bauer aus Kersbach kämpft mit der Macht seiner Autorität für die Bezeichnuug Beckerslohe als die richtige und im Volk gangbare.

In dieser Waldparzelle liegt eine Gruppe von 15 teils grofsen, teils kleinen Hügeln, so angeordnet, wie es die eingelegte Skizze wiedergibt. Das Zentrum der 15 Hügel bildet der Hügel III, welchen gewissermafsen in einer stark gedehnten Elipse 14 Hügel umkreisen. An der östlichen Kurve dieser Ellipse liegen Hügel I—XV. Die Hügel haben die Richtungslinie von Westen nach Osten, die südliche Hälfte bilden die Hügel I—VI, die nördliche die Hügel VII—XV. Schon im Jahre 1836 wurden die Hügel I, VI, VII, VIII wahrscheinlich durch den um die Erforschung prähistorischer Denkmäler bekannten Oberstleutnant von Gemming, damaligen Kommandanten der dem Glatzenstein gegenüber liegenden Festung Rothenberg, geöffnet; der Inhalt derselben wurde jedoch nicht erschöpft. Grabversuche sind noch an den Hügeln X, XI gemacht worden, welche immer nur die Kuppe der Hügel betroffen haben. Die durch die Sektion für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte der naturhistorischen Gesellschaft unternommenen Grabungen während der Jahre 1887 bis 1900

mufsten mit Rücksicht auf die jeweilige Abholzung des Waldbestandes so angeordnet werden, dafs im Jahre 1887 Hügel V und XIV; im Jahre 1889 Hügel IV, XII, XV; im Jahre 1893 Hügel VI, VII, VIII, IX; im Jahre 1898 Hügel III, X, XI, XIII; im Jahre 1900 die Hügel I und II einer genauen Durchforschung unterzogen worden sind. Leider sind die sehr eingehend aufgezeichneten Fundprotokolle einiger Hügel, welche in den Nachlafs eines verstorbenen Mitgliedes der Sektion übergingen, durch die Familienangehörigen des Verstorbenen verloren gegangen. Die lückenhaften Berichte, welche sich über den Bau und die Struktur einzelner Hügel, sowie über die Lage des Grabinventars derselben bei der Be-



Grabhügelgruppe in der Beckerslohe.
1 : 1412.

schreibung der Fundstatistik herausstellen werden, mögen dadurch ihre Erklärung finden. Die Methode der Grabarbeit, wie sie besonders vom Jahre 1893 ab geübt wurde und die Bestimmung der Fundstelle nach Richtung und Tiefe ist von Herrn Ludwig Wunder in dieser Festschrift genau beschrieben, so dafs es genügt, darauf hinzuweisen, dafs die Bestimmung der Fundstellen in den meisten Grabhügeln erreicht wurde durch die von den Herren L. und J. Wunder angegebene Methode, nämlich durch Messung des Winkels der Verbindungslinie zur Mitte des Hügels mit der Nordrichtung; die seitlichen Entfernungen der Fundstellen werden von dem Zentrum des Hügels und die Tiefenlage von der Oberfläche oder dem höchsten Punkt des Hügels ab gemessen.

Hügel I.

(18., 20., 21. August 1900.)

Der Hügel hat 14 m Durchmesser und 1,3 m Höhe, ist oben flach gewölbt und gegen die Mitte muldenförmig vertieft. Diese Vertiefung entspricht einem wohl behufs Ausbeutung des Inventars im Jahre 1836 im Hügel gezogenen seichten Graben. Eine seitliche Einsenkung ist durch Abholzung des Hügels entstanden. Die Peripherie des Hügels ist mit einer losen Schichte von Steinen bekränzt, welche teils flach liegend, teils besonders nach Süden schräg aufgestellt eingebettet sind. In 3,5 m Entfernung vom Hügelzentrum werden die Steine zu einem Steinpflaster umgebaut. Zwischen dieses Steinpflaster ist eine langgestreckte hoch liegende Kohlenschichte in 0,8 m Tiefe eingelegt. 0,5 m unter dem Steinpflaster liegt im Ganzen 1,3 m tief eine zweite mächtige Kohlenschichte. In dem oberen Kohlenstreifen steht auf einer grofsen Steinplatte ein schwarzes Thongefäfs ohne Inhalt. In der Peripherie nach Norden, Osten und Westen liegen in Tiefen von 0,6 bis 1,4 m eine grofse Anzahl schwarzer Thongefäfse einfacher Form ohne Ornamente. Gegen das Zentrum und in den Randzonen der Mitte mehren sich die Gefäfsfragmente zu Gruppen. Teile von Extremitätenknochen werden im oberen Gebiet des Steinpflasters gefunden. In den hochgelegenen Kohlenstreifen kommen Extremitätenknochen und Unterkiefer, in der Zwischenschichte des Steinpflasters ein Schädelteil, in der tief gelegenen Kohlenschichte verbrannte Extremitätenknochen zum Vorschein. 1,3 m tief, 2,9 m von der Mitte westlich steht ein zerdrücktes Ossuarium mit calcinierten Extremitätenknochen und einem Broncespiralenfragment. Daneben liegt ein Stückchen calcinierter Schädelknochen, ferner a. zwei Bronceringe mit starker Aushöhlung des inneren Ringteiles, die Enden übereinander geschoben (Tafel XVIII, Fig. 1) mit zwei länglichen Durchlochungen, b. eine Schwanenhalsnadel (Tafel XVIII, Fig. 2) mit starker Halskrümmung, mit einer kleinen Platte endigend, c. eine Spirale aus Broncedraht (Tafel XVIII, Fig. 3) mit 18 Windungen. Die schwarze Thonvase (Tafel XXVIII, Fig. I 4) ist der Steinpflasterschichte zwischen den beiden Kohlenstreifen entnommen. Sie hat einen Randdurchmesser von 13,2 cm, eine Höhe von 9,5 cm und einen Bodendurchmesser von 6,6 cm.

Hügel II.

(16., 17., 18. August 1900.)

Der Hügel hat runde Form, 20 m Durchmesser, eine Höhe von 1,5 m. Die Oberfläche bildet eine Humusschichte mit einzelnen Steinen durchwürfelt. Unter dieser Schichte lagert lehmiger Sand, welcher den nun folgenden Steinbau überdeckt. Der Steinbau ist am Rand des Hügels niedrig, gegen die Mitte ansteigend stärker aufgesetzt und aus rohem Kalkstein gebildet. In den Hügel sind zwei Kohlenschichten eingebaut.

Die untere etwas tiefer als der äufsere Boden, 2 m unter dem Gipfel des Hügels, die obere 80 cm höher liegend. In die Peripherie des Hügels sind in der Tiefe von 0,7 bis 1,5 m zahlreiche Thongefäfse eingesetzt, 0,7 m tief ein Stückchen Graphit. Die Formen dieser Gefäfse, besonders einer Schale mit Innendekoration erinnern an die der Hügel III und XIII; die meisten derselben gehören der tiefen Kohlenschichte an. Der Hügel beherbergt in einer Tiefe von 0,5 bis 0,80 m im Zentrum Teile von vier Menschenschädeln und Knochen der oberen Extremität. Von den Schädeln liegt einer mit dem Hinterhaupte nach oben, einer mit dem Gesichtsschädel nach Osten schauend. Neben diesen Schädeln sind bestattet a. ebenselbe in zentraler Lage eine Paukenfibel (Tafel XIX, Fig. 3) mit grofser Pauke, welche am Rande ringförmig von drei Bändern eingefafst ist. b. Vier Stöpselhohlringe (Tafel XIX, Fig. 4), die Enden tief in einander eingesteckt mit starker concaver Innenschale, c. 2 kleine solide Bronceringe (Tafel XIX, Fig. 5 und 6). Dem einen Schädel liegt ein Hohlring, dem zweiten zwei solcher Ringe direkt an. Ein Fragment einer Paukenfibel liegt bei (Tafel XIX, Fig. 8). 1,9 m tief findet sich ein kleiner Tierschädel ganz isoliert begraben. Die tiefe Kohlenschichte beherbergt 1,75 m tief in der Hügelmitte neben kleinen calcinierten Schädelknochenresten den wichtigen Fund eines Schwertes (Tafel XIX, Fig. 1). Das Schwert von Eisen hat eine ganze Länge von 78,5 cm. Es verjüngt sich leicht unter der Griffzunge, schwillt in der Mitte etwa bis zu 4,9 cm und ist am Klingenende an beiden Seiten mit schrägen Kanten abgeschnitten. Der Griff ist 9,2 cm lang erhalten, die Griffzunge ist breit, aber kurz 6,5 cm, mit zwei eisernen Nieten ausgestattet. Neben dem Schwertgriff, 5,5 cm davon entfernt, liegt ein Ortband (Tafel XIX, Fig. 2) aus Weifsbronce, ausgezeichnet erhalten, 8,7 cm hoch, mit zwei stark geschweiften Flügeln, die am Ende eine kleine längs ovale Platten tragen. Die Flügel wie das Mittelstück sind von einer Rinne durchzogen, welche der Form des Ortbandes folgt, jedoch nicht exakt graviert ist. Die Gufsnähte sind sorgfältig abgefeilt, die Feilstriche noch erkennbar. Im Schaftloch sitzen noch Holzreste von der Schwertscheide. Unter dem Schaftloch ist ein grofses Nietenloch mit vertieft eingelassenen Rändern angebracht. In derselben Schichtung liegt ein kleines glattes Bronceringelchen (Tafel XIX, Fig. 7).

Hügel III.

(15., 18. August 1898.)

Die Dimensionen der Hügel betragen 14 m Umfang und 1,4 m Höhe, im Westen zeigt der Hügel einen lockeren und im Süden einen stärkeren Steinbau. In einer Tiefe von 1,2 m nordöstlich ist der Schädel eines Kindes im Alter von 4 bis 5 Jahren bestattet. Die östliche Hälfte des Hügels hat Gefäfse in 0,5 bis 1,6 m Tiefe eingesetzt erhalten. Schon

oberflächlich beginnt nördlich rot gebrannte Erde aufzutauchen. Es erscheint eine an Umfang und Intensität schwache Kohlenschichte, über welcher drei Schädel, nur in Bruchstücken erhalten, bestattet waren, unter diesen einer eines alten und einer eines jugendlichen Individiums, mit diesen a. ein Eisenmesser (Tafel XX, Fig. 10) mit stark konvexen Rücken, b. eine feine Broncenadel mit Ringstückchen, c. 2 Schlangenfibeln (Tafel XX, Fig. 2, 3), die eine (Fig. 2) mit Bronceschеibe am Nadelgehäuse, das Ende mit wulstiger Scheibenverzierung besetzt, die zweite (3). ohne Kuppe, d. ein Stückchen Blech einer Bronceschеibe (Tafel XX, Fig. 11), e. Oberarmknochen mit 2 massiven vierkantigen Armreifen, mit 8 cm inneren und 9,6 cm äufseren Durchmesser. 1 m unter der oberen Kohlenschichte tritt ein Steinpflasterboden auf, der im Norden zu einer vierfachen Schichte sich entwickelt. Unter diesem Steinboden 0,5 m tiefer als der äufsere Boden läuft durch den ganzen Hügel eine mächtige Kohlenschichte. In dieser tiefen zweiten Kohlenschichte ist eine ungezählte Menge von Gefäfsen in der Hügelmitte und seitlich derselben beigesetzt worden. Hier birgt die westliche Mitte a. ein Bronzestäbchen (Tafel XX, Figur 5) spiralig gewunden mit scharfen gerade abgeschnittenen Enden der Kopf ösenförmig aufgerollt, in der Form des Ohrlöffels, b. ein Ossuarium mit calcinierten Oberschenkelknochen und Feuersteinsplitter, c. ein zweites Ossuarium mit verbrannten Knochenresten und Aschenteilen, d. eine Broncezange (Tafel XX, Fig. 4) dessen Branchen am unteren Ende gegen einander umgebogen sind, e. ein Broncestäbchen (Tafel XX, Fig. 6) mit aufgerolltem Kopfende und einer dreimal auftretenden Scheibenverzierung, am unteren Ende leicht ausgehöhlt, f. eine Broncebunze (Tafel XX, Fig. 7) mit kolbenförmigen Ende, g. die Reste eines Broncenadelkopfes (Tafel XX, Fig. 9, 8) h. und eine hohlkegelförmige Paukenfibel (Tafel XX, Fig. 1) mit einem Aufbau von concentrischen Ringen von der Basis bis zur steilen Spitze des Kegels.

Unter dem Heer der Thongefäfse sind bemerkenswert: schwarze stark gebauchte Vase (Tafel XXVIII, Fig. III, 13) ohne Ornamente, innen oben graphitiert, 19,8 cm Randdurchmesser, 12,0 cm Höhe, 8,5 cm Bodendurchmesser; schwarze Schale (Tafel XXVIII, Fig. III, 14) ohne Ornamente, 11,0 cm Randdurchmesser, 5,3 cm Höhe; rotgelbe Schale (Tafel XXVIII, Fig. III, 15), nur teilweise erhalten mit sehr originellem dekorativem Schmuck der Aufsenseite. Nebeneinander mit schwarzer Farbe gemalt, stehen in Bandform eine Reihe von Stierköpfen mit aufrecht stehenden Hörnern. Die Hörner haben eine starke konvexe Biegung nach aufsen und sind leicht gewunden. Die Stelle des Auges ist deutlich gezeichnet, der untere Kopfteil verschieden aufgefafst, bald breit, bald schmal, bald in Seiten, bald iu ganzer Gesichtstellung. Diese Herde von sieben Stierköpfen ist getrennt durch einen gewellt gezeichneten schwarzen Farbstreifen, dem ein winkeliges Bandornament anhängt. Auf beiden Seiten dieses doppelten Bandstreifens sind blätterähnliche Ornamente angebracht. Einige solche Blätter begleiten die Vertikallinien an dem Rand des Gefäfses, welches zur

Seite zwei hakenförmig gekrümmte Absätze, einem Winkelhaken gleichend, stehen hat; grofse schwarze Schale (Tafel XXVIII, Figur III, 16), ohne Ornament, oben und auch aufsen etwas graphitiert, nur als Bruchstück erhalten; kleine flache Schale (Tafel XXVIII, Fig. III, 17), schwarz, ohne Ornamente; Höhe 8 cm, Randdurchmesser 21 cm, Boden 5 cm; schwarze Schale (Tafel XXVIII, Figur III, 18) innen graphitiert, an der Innenseite reich dekoriert. Der Rand mit einem Dreieckornament mit dem Rädchen eingedrückt. Rings an dem inneren Bodenteil des Tellers erhebt sich ein Ornament aus je zwei gekreuzten Stäbchen. Unterhalb der Kreuzungslinie ist der dreieckige Raum der divergent auseinander strebenden Stäbchen mit drei- bis vierteiligen Linienornamenten gefüllt, während an der Spitze des Stäbchens kleine Winkelhäkchen abgehen, so dafs es den Eindruck macht, als wäre an die Stäbchen ein Gegenstand angesteckt.

Hügel IV.

(24. Juli 1889.)

Dieser Hügel besitzt 12 m Durchmesser und 1,2 m Höhe. Die peripheren Teile des Hügels sind mit Steinen umstellt. Nach Süden wird der Steinbau mächtig und tief bis zu 1,20 m. In der Mitte des Hügels sind die Steinplatten radiär gelagert. In 1,20 m Tiefe tritt eine breite starke Kohlenschichte auf, welcher sich ein Steinpflaster anlegt, das den ganzen Hügel durchzieht. Oberhalb des Kohlenstreifens, 2 m südlich von der Mitte, finden sich an der Oberfläche des Hügels Knochenfragmente, ebenso nach Südost mit vielen schwarzen Thongefäfsresten. Hier liegt ein bestattetes Skelett oberhalb des Kohlenstreifens mit Gefäfsscherben, 90 cm tief der rechte Vorderarm mit 13 Broncesteigbügelringen, 10 Steigbügelringe überqueren den linken Vorderarm, daneben erscheinen 15 Ohrringe, ein Unterkiefer und 4 Halsringe. Dieses Inventar an Broncen liegt in der Mitte des Hügels etwas in südöstlicher Richtung. Dem Grabhügel wurde ferner entnommen: ein kleiner Bernsteinring mit flacher schalenartiger Wölbung (Tafel XXI Fig. 1) zwei kleine patinierte Bronceringe, 3 Köpfe von Broncenadeln (Tafel XXI Fig. 3, 4, 5) ein kleiner Eisenring, stark verrostet, mit zwei kolbenartigen Anschwellungen (Tafel XXI Fig. 6). Vier Halsringe massiv (Tafel XXI Fig. 7) von 14,6 bis 23 cm Durchmesser, leicht oval geformt, von der Stärke der Schwellung in der Mitte nach dem Ende sich verjüngend, die Enden an zwei Ringen weniger, an den anderen stark auseinanderstehend. Die Verzierungen der Halsringe sind mit einer technischen Vollkommenheit und künstlerischen Erfindung ausgearbeitet, welche vorzüglich genannt werden darf. Die Details der Ornamentik sind in der Zeichnung Tafel XXI Fig. 7 in subtilster Weise wiedergegeben. Durch den Gedanken, das Ornament abgerollt zu entwerfen, hat der Künstler, welcher die Zeichnungen der in der Festschrift wiedergegebenen Funde in hervorragend schöner Weise ausgeführt hat, der Bibliothekar unserer Gesell-

schaft, Herr Hörmann, eine ausgezeichnete Reproduktion erreicht, so dafs die Beschreibung der geometrischen Ornamentik der Reife das Bild, welches die Tafel XXI Fig. 7 wiedergibt, nur ergänzen kann. Bei der Zerlegung der Ornamentserfindung ergiebt sich ein Ruhepunkt in der Konstruktion in einem von drei geteilten vertikalen Linienfiguren eingefafsten feinen Grübchen mit vertieften Rändern. Zwischen zwei solchen Figuren liegt eine aus drei Strichen zusammengesetzte fortlaufende Winkelfigur, durchkreuzt von kammzahnähnlichen Strichornamenten. Dazwischen liegen je ein kleines Grübchen, während eine, den Ausgangspunkt des Ornaments bildende breite Winkelfigur ein grofses und zwei kleine Grübchen einschliefst. Durch diese feine Linienführung wird der Eindruck einer Durchflechtung der Ornamentsfiguren erreicht. Zwei Schlangenfibeln (Tafel XXI Fig. 8), eine ohne Broncescheibe, eine mit Broncescheibe (Tafel XXII Fig. 9) an Form gleich der im Hügel III (Tafel XX Fig. 2 und 3) gefundenen. Zehn Bronceohrringe, hohle Stöpselringe (Tafel XXIII Fig. 10) mit stark konkaver Innenhöhlung, von sehr zarter ornamentaler Technik, zwischen drei stark vorspringenden Rippen ist der Ring besetzt mit kleinen Knöpfchen, die bis gegen das ganz spitz ausgezogene Ende des Ringes etwas kleiner werden. Die Prominenzen der Rippe und Knöpfchen sind so zart behandelt, die Erhebungen so geschickt verteilt, dafs durch die Verzierung eine starke plastische Wirkung erzielt wird. Kleine Schneckenspirale von massiver Bronce (Tafel XXII Fig. 11), Rudiment einer Spiralfibel. Eine Gürtelschliefse (Tafel XXII Fig. 12), zwei Teile mit gleichen Branchen; der Haken fehlt. 23 cylindrische Steigbügelarmreife (Tafel XXII Fig. 13) gut federnd, stark patiniert, gegen das Ende weit geöffnet, mit feinen parallel abgeschnürten Buckeln verziert. Gürtelstück (Tafel XXII Fig. 14) aus ganz dünnem, auf Leder aufgelegtem Bronceblech gefertigt, auf beiden Schmalseiten mit 4 Broncenieten befestigt, ohne Ornamente. Kleine Fragmente von Fibeln. Ganz feiner kleiner Broncering. Schwarze Schale mit Fufs (Tafel XXIX Fig. IV, 15), graphitiert, Höhe 8 cm, Fufshöhe 2,2 cm, Durchmesser des Gefäfsrandes 24,1 cm, ohne Ornament. Schwarze Schale mit Fufs, graphitiert (Tafel XXIX Fig. IV, 16) mit einer Höhe von 6,4 cm, Durchmesser des Gefäfsrandes 23,4 cm, Fufshöhe 3,4 cm, Breite des Fufses 3,4 cm. Kinderklapper in Kugelform (Tafel XXIX Fig. IV, 17) ohne Ornament, von gelbem Thon, mit Steinchen gefüllt, mit einem Durchmesser von 5,8 cm.

Hügel V.

(14. August 1887.)

Die Ausgrabungsarbeit leitete Professor Dr. Mehlis aus Neustadt a. H. Der Bau des Hügels, welcher 15 m im Umfang und 1,5 m Höhe hat, ist gleich dem Hügel IV. An dem äufseren Umfang des Hügels beginnt ein Steinbau, der sich gegen das Zentrum verstärkt. Das Inventar des Hügels liegt im Zentrum, eingerahmt von einem grofsen Satz von Thongefäfsen.

Das Hügelinventar stellt sich zusammen aus einem grofsen Brustschmuck, welcher von Herrn Museumsdirektor Dr. Lindenschmidt in Mainz in so vortrefflicher Weise reconstruiert und ergänzt wurde, dafs er zu einem seltenen Zierstück unserer Sammlung geworden ist. (Tafel XXIII, Fig. 1 u. 2). Vier aus zwölf Spiralen gebildete Disken, in deren Mitte sich hohe Tutuli erheben, 8,3 cm lang, 8,2 cm breit, bilden die Charakteristik der Form des Schmuckes. Zwischen den Scheiben steht je ein pilzförmig, aufstrebendes Näpfchen, eines in der Mitte, auf der zwischen den Disken liegenden dünnen Bronceblechplatte. In der Mitte der vier Seiten zwischen je einem Diskus schliefsen sich vier Ringe an, welche sich in einem Ringcharnier frei bewegen. Sechs massive Armreife von 12,23 cm bis 14,47 cm Weite (Tafel XXIV, Fig. 3), drei davon mit der Verzierung der Fig. 4, einer mit der der Fig. 5. Das Ornament (Fig. 4) der vier Ringe weist in Zeichnung zwei Horizontallinien auf, zwischen welche in einander geschichtet mit zehn schraffierten Linien gefüllte Dreiecke laufen. An den offenen Enden der Ringe schliefst die Verzierung mit je 2 Bandstreifen ab, zwischen welchen eng gekreuzte Linien eingesetzt sind. Die Gravierung der ornamentalen Figuren ist seicht. Im Ornament Fig. 5 zieht ein mit Vertikalstrichen bedecktes Band mitten durch, auf dessen Seite lang gestreckte Dreiecke mit drei Strichen gezeichnet angebracht sind; den Abschlufs bildet ein von drei Vertikalstrichen eingefafstes Band. In der Hügelmitte über den beschriebenen Beigaben liegt ein gut erhaltener Schädel mit brachycephalem Typus, am Hinterhaupt mit Patina überzogen, nahe dem Schädel liegen Clavicula, Humerus, und einzelne Halswirbel. Bei dem Schädel finden sich drei tordierte Halsreife (Tafel XXIV, Fig. 7) in ovaler Formgebung, in der oberen Hälfte glatt nach dem Ende hin sich verjüngend, an den beiden offenen Enden gerade und kantig abgeschnitten. Von den Extremitätenknochen sind nur Reste nachweisbar, Beckenknochen fehlen. Gürtelschliefse von Eisen (Tafel XXIV, Fig. 6) ohne Haken. Schwarze, glatte Thongefäfse umstellen den Raum der Bestattung in grofser Anzahl. Erwähnung verdienen eine Henkeltasse, rotgelblich, 4,7 cm hoch, Henkelloch 1,5 cm, Randdurchmesser 7,9 cm, Dicke 4,0 mm. Die Tasse ist aufsen unter dem Rand mit schwarzer Farbe bemalt (Tafel XXIX, Fig. V 8). Die Figuren der Bemalung sind höchst phantastisch und scheinen den Motiven von Pflanzen entlehnt zu sein. Einzelne gleichen einem Coniferenzweig. Anderen hat ein Tierleib, vielleicht Insektenkörper, als Motiv gedient. Sie beanspruchten eine symbolische Bedeutung, zu derne Deutung weitere Anhaltspunkte fehlen. Die Figuren sind skizzenhaft aufgezeichnet und ohne einheitliche Aufstellung willkürlich angeordnet. Schwarze, glatte Thonvase (Tafel XXIX, Fig. V 9), leicht graphitiert, Höhe 6,8 cm, Randdurchmesser 19,5 cm, Randhöhe 2,0 cm, Bodendurchmesser 7,4 cm. Kleine Schale (Tafel XXIX, Fig. V 10). Randdurchmesser 9,7 cm., Höhe 5,0 cm, Bodendurchmesser 3,9 cm, ohne Ornament.

Hügel VI.

(24. April 1893. 23. Mai 1893.)

Die Höhe des Hügels VI war 1 m. 9 m Länge, 7 m Breite gaben dem Hügel eine etwas ovale Gestalt. Der Hügel war bereits einer Grabung unterzogen und ein seichter Graben von 2 m Länge durchzog den Hügel von Westen nach Osten, ohne jedoch bis zur tiefsten Stelle des Grabbaues zu gelangen. Im Süden des Hügels war eine starke Steinmauer aus Kalksteinen angelegt, welche sich nach Westen hinzog und sowohl die bestatteten Leichen wie die Bestattungsstelle der Beigaben vollständig einrahmte. An der Ostseite 0,5 m tief lagen einzelne schwarze Gefäfsscherben. In 1 m Tiefe durchzieht den Hügel in seiner ganzen Länge ein schwacher Kohlenstreifen. 0,7 m tief westlich liegt ein Skelett, der Kopf nach Süden, das Hinterhaupt nach oben mit gut erhaltenen Schädeldach, die Extremitätenknochen gröfstenteils zerstört, in der Nähe des einen Oberarmes ein Broncereif (Tafel XXV, Fig. 1), 8 cm weit, in sehr origineller Form. An dem glatten doppelkantig massiven Reif ist an seinem stärksten Teil nach unten ein kleiner tonnenförmiger Ansatz angefügt, welcher eine Verzierung von zwei Ringbändern zeigt und durch welchen ein Broncestift durchgesteckt ist; in dem grofsen Ring bewegt sich ein kleiner, 2,2 cm weiter, frei, der wieder einen kleinen beweglichen mit einen eingelegten Reif endigende Doppelscheibe trägt. Ein zweiter Broncereif, 8 cm weit (Fig. 2), massiv, sehr dick, trägt einen einem stumpfen Sporen ähnlichen Gufszapfen. Ihm ähnelt ein kleiner Eisenreif (Fig. 4), nur dafs an dessen Ansatz der Zapfen mit Scheibe abschliefst, während ein kleiner Ring von Eisen (Fig. 5) vollkommen rund gebildet ist. Beide Eisenringe liegen beim Skelett, während der Broncering (Fig. 2) in östlicher Mitte mit Extremitätenknochenresten bestattet ist. Ein Eisenmesser (Tafel XXV, Fig. 3) mit einer 8,4 cm langen Klinge am Rücken leicht konkav geschweift, an der Schneide von der Spitze aus stark konvex, nach dem Griffteil hin ausgeladen, mit einen breiten Griffansatz. Im östlichen Teil des Zentrums 1 m tief treffen wir bei den Extremitäten zwei Vasen mit Henkel (Tafel XXIX, Fig. VI 6), gelb gefärbt, am Rande 10,3 cm Durchmesser, 6 cm Höhe, 2,4 cm Henkelöffnung. Der Rand der Vase ist umsäumt mit einem blattähnlichen Ornament, welches mit schwarzer Firnifsfarbe aufgemalt ist. Die Blätter sind herzförmig geformt, an der Basis leicht eingekerbt und in eine kurze Spitze ausgezogen. Rote Schale in der südöstlichen Mitte eingesetzt (Tafel XXIX, Fig. VI 7). Höhe 12 cm, Randdurchmesser 16 cm, Bodendurchmesser 4 cm. Vase mit Henkel 9,7 cm Durchmesser am Rand, Henkelöffnung 2,5 cm weit, 6 cm hoch, beide ohne Ornament.

Hügel VII.

(Juni 1893.)

Längendurchmesser des Hügels 15 m, Breitendurchmesser 14 m, Höhe 1,35 m. Der Hügel zeigt Spuren früherer Grabarbeit. An der

äufsersten Peripherie des Hügels liegt eine Steinfassung, welche an der Ostseite zu einer 2,20 m langen, geraden und 0,87 m hohen Mauer geschichtet ist. Diesen Vormauern folgt im Zentrum des Hügels ein Steinkranz, gegen Westen höher als gegen Osten. Unter der Steinschicht liegt eine Kohlenschichte 1 m tief unter der Spitze des Hügels. 1,35 m tiefer folgt eine zweite mächtige Kohlenschichte. Die peripher gelegenen Steinblöcke sind senkrecht aufgestellt, die des inneren Steinkranzes platt auf einander liegend. Auf der Kohlenschichte finden sich bestattete Knochen- und Gefäfsfragmente. Von Bronce findet sich nur ein Fibelnadelrudiment. Von Gefäfsen sind erhalten (Tafel XXIX, Fig. VII, 1) eine gelbrötliche, kleine Schale ohne Henkel, ohne Ornament, 9 cm Randdurchmesser, 4,6 cm Höhe, 4,7 cm Bodendurchmesser, leicht gebaucht. Schwarze, nicht ornamentierte Vase (Tafel XXVIII, Fig. VII, 2), Randdurchmesser 12 cm, Höhe 14 cm, Bodendurchmesser 7 cm. Schwarze Schale (Tafel XXIX, Fig. VII, 3), flach, Höhe 4,1 cm, Randdurchmesser 2,5 cm, Bodendurchmesser 8 cm.

Hügel VIII.

(12. April 1893.)

Durchmesser des Hügels 19 m, Höhe 2,4 m. Der Hügel war durch einen Graben von Norden nach Süden gezogen schon teilweise erschöpft. Ein alter Beckersloher Bauer, welcher der Ausgrabung, welche Herr Landgerichtsassessor Haas in Lauf unternahm, beiwohnte, erzählt von Funden von Schwertern und Broncen, welche diesem Hügel entnommen wurden. Die Struktur des Hügels liefs sich wegen der frühen Grabung nicht genau feststellen. Sicher werden zwei Kohlenschichten nachgewiesen, eine höher und eine tiefer gelegene. Die untere Kohlenschichte hat besonders nach der Mitte zu eine bedeutende Mächtigkeit, so dafs auch die anliegende Erde verbrannt war. Südlicher findet man noch bestattete Extremitätenknochen und Rückenwirbel, ein Fibelfragment, gegen die Mitte zu eine Bernsteinperle, Rückenwirbel und Rippen von Patina bedeckt, einen dünnen hohlen Broncering. Oberhalb der tiefen Kohlenschichte lagen viele Gefäfsscherben, gegen die Mitte Reste von Fibeln und Nadeln und Ringe sehr beschädigt und durch den Leichenbrand stark zerstört. Knochen fanden sich in der tiefen Kohlenschichte nicht. Im Zentrum nördlich des Hügels liegt ein 73 cm langes Bruchstück eines Gefäfses. Die erhaltenen Teile haben die Form eines Pferdekopfes und zwei Bruchstücke die der dazu gehörigen Füfse (Tafel XXV, Fig. 1, 2, 3, 4). Am breiten Hirnschädel ist das Auge deutlich geformt, der Gesichtsschädel verschmälert sich nach der Nase zu stark. Die Mähne liegt in der Mitte des Halsrückens. Auf der Mitte der Stirne erhebt sich in der Ansicht von vorne der Kamm der Mähne als hoher Wulst. Über den Schädel laufen von oben nach unten zwei kleine vierkantige mit dem Rädchen eingeritzte Linien, zwei ebensolche am Hals sich kreuzende verlieren sich am Rückenteil des Halses.

Die plumpen etwas eingekrallten Füfse sind ebenso mit schräg verlaufenden Linien bedeckt. Diese Bruchstücke bilden Teile eines Pferdekörpers und scheinen die Ornamentslinien das Pferdegeschirr darstellen zu sollen. Die schwarzen graphitierten Gefäfse dieses Hügels bieten eigenartige Verzierungen. Das geometrische Motiv (Tafel XXX, Fig. VIII 5) einer Schale 29,2 cm Randdurchmesser, 12,0 cm Bodendurchmesser, 8,4 cm Höhe, Rand 11 mm breit, zeigt an vier aufeinanderfolgenden Kreisen der Innenseite einen mittleren Kreis mit vier Quadranten, von welchen der äufsere untere und innere obere Quadrant sechs bis sieben senkrecht verlaufende punktierte Doppellinien, der äufsere obere und innere untere Quadrant dieselben Linien in aufrechter Stellung aufweisen. Die Linien sind wie alle an diesen Gefäfsen ungenau nicht gerade, sondern zum Teil unkorrekt schief mit dem Rädchen also aus freier Hand unsicher gezogen. Jeder Punktierungseindruck hat die Form eines allerkleinsten Viereckes. Die zweite Kreisteilung wie die dritte zeigen in stumpfen Winkeln zu einander verlaufend immer zu fünf beisammenstehende punktierte Linien, während der vierte Kreis drei kurze senkrecht stehende in Dreiteilung und der Randteil dieselben Linien in schräger Richtung zeigt. Urne stark gebaucht mit engem Halsteil (Tafel XXX, Fig. VIII 6). Der Halsteil 4,0 cm hoch, Bauchweite 22 cm, Höhe 17 cm, Randdurchmesser 12,0 cm. Unter dem Halsteil geht ein punktiertes Linienornament als Doppelraute, während direkt am Halsteil kleine Dreieckornamente aufsitzen. Dieser Hügel enthielt zweifellos ein gröfseres Inventar an Metall und Gefäfsen. Wahrscheinlich gehören zu ihm die als Beckersloher Funde bezeichneten Stücke, welche in der Sammlung des historischen Vereines von Mittelfranken in Ansbach aufgestellt sind.

Hügel IX.

(Juni 1893.)

Hügeldimensionen: Durchmesser 11 m, Höhe 1,5 m. In der Peripherie ist ein Steinbau errichtet mit Verdichtung des Steinansatzes nach dem Zentrum so, dafs eine Vormauer und ein zentral gelegenes Steinpflaster entsteht. In das Steinpflaster war zweimal Erde zwischengeschichtet. Die Kohlenschichte war geteilt in eine obere schwächere und untere stärkere. Im Zentrum über der oberen Kohlenschichte lag der Teil eines Schädeldaches, drei Schwanenhalsnadeln, das Bruchstück eines Humerus. Auf der unteren Brandschichte fand sich eine Pauken-Vogelkopffibel (Tafel XVIII Fig. 1.) An den Kopfteil der Fibel schliefst sich ein Bogengang an, welcher die Anheftung der Nadel trägt, und mit einer sattelartigen Lehne am Hals mit dem paukenförmigen Mittelstück verschmilzt. Von diesem führen zwei knollige Wülste zur Nadelöse. Eine Armbrustfibel (Tafel XVIII Fig. 2) aus der Hügelmitte zeigt einen hohen und steilen Bogen; an dem aufsteigenden Bogenende schliefst sich eine Spirale an, von welcher die Nadel entspringt, während eine gezähnte, schief aufgebogene Zunge die Nadelöse überkleidet.

Die Thonurne (Tafel XXIX, Fig. IX, 3), dem Schädeldach und der Nadel angelehnt, ist stark gebaucht, Bauchweite 13,7 cm, Randdurchmesser 11,8 cm, Bodendurchmesser 6,6 cm, ohne Ornament, tiefschwarz graphitiert.

Hügel X.

(19., 20., 26., 27. August 1898.)

Hügel X mafs 2 m Höhe, 22 m Durchmesser. Der Hügel hatte einen Steinkranz, welcher die Umfassung bildete mit teilweise radial gestellten Steinplatten. Es folgte ein Steinpflaster und darunter Kohlenschichten. Über dem Steinpflaster war Erde gelagert, 1,3 m tief lag an dem östlichen und westlichen Ende eine Kohlenschichte. Unter dieser Kohlenschichte trat eine zweite Steinpflasterschichte auf und endlich kommt eine mächtige dritte Kohlenschichte, welche den ganzen Hügel einnimmt. In der Mitte der Kohlenschicht, 1,7 m tief, ist eine intensive rote Brandschichte mit Gefäfsscherben, darunter, 30 cm tiefer, nochmals ein Kohlenstreifen mit Gefäfsresten. Im Zentrum gegen Norden, 0,5 m tief, lagen zwei Schädel, Clavicula, Rippe, Unterkiefer; 0,7 m tief Oberschenkel, Eisenring und Eisenreste, im Westen 0,6 m tief Radius mit Broncearmreif, Radius und Ulna mit Broncearmreif, Broncenadel mit Knopf und einem glatten Broncearmreif, im Ganzen 5 Reife; gegen das Zentrum zu Skeletteile Humerus, in Nord-Südrichtung Schädelfragmente; in der Mitte auf der grofsen Kohlenschichte Eisenreste, möglicherweise einer Dolchscheide angehörig, Schwanenhalsnadel und Vorderarmknochen. Aufserhalb am Rande des Hügels finden sich zwei schmale Lederstückstreifen mit je fünf Broncenieten. Acht Thongefäfse sind zum Teil mit den Skeletteilen eingebettet, zum Teil rings um diese aufgestellt. Die Schwanenhalsnadel (Tafel XXVI, Fig. 1), ist mit einem Näpfchen und geringer Halskrümmung versehen. Die Nadel (Tafel XXVI, Fig. 2), hat einen blattgedrückten Kugelknopf. Die Kugel besteht aus zwei Teilen, die in einem Falz laufend in einander gefügt sind. Fünf Broncearmreife (Tafel XXVI, Fig. 3 und 4), sind dreimal gekröpft, die Mittelwulst wird durch kleine Scheiben von den Seitenwülsten abgesetzt, zwei convergent verlaufende Leisten bilden den Übergang des Ornaments zur Ringfläche. Zwei Ringe der Fig. 3 sind stark mit Eisenrost belegt. Zum Inventar gehören noch zwei Bronceringe mit dicken glatten Reifflächen (Tafel XXVI, Fig. 5), Eisenring, stark oxydiert (Tafel XXVI, Fig. 6), Eisenreste einer Dolchscheide (?) (Tafel XXVI, Fig. 7, 8, 9, 10); zwei Lederstreifen mit fünf Broncenägeln wahrscheinlich zu einem Gürtel gehörig (Tafel XXVI, Fig. 11), Broncebläftchen, kleine Fragmente von Broncedrahtstückchen; Paukenfibel mit Armbrustspirale (Tafel XXVI, Fig. 13). Der Körper der Fibel ist mit vier kleinen Buckeln besetzt, flossenförmig endigend. Das Fragment eines schwarzen dicken Thongefäfses (Tafel XXVI, Fig. 10) trägt eine Rautenfigur, welche von winkligen Linien mit tiefer Furchenbildung überdeckt wird.

Hügel XI.

(18. August 1898.)

Ein kleiner Hügel mit geringem Inventar, Höhe 0,9 m, Durchmesser 9 m, aus Erde mit Steinen gleichmäfsig verteilt gebaut. In 0,6 m Tiefe liegt eine Kohlenschichte, nordöstlich kleine Knochenreste mit Gefäfsscherben; die Gefäfse umstellen von Norden nach Süden Skeletteile; nordwestlich wird ein Phalangenfragment vom Fufs, im Zentrum westlich 0,3 m tief ein Schädelbruchstück, ein zweites und ein drittes in der Mitte, südlich daneben eine Fibelnadel ausgeworfen. In der Peripherie 0,85 m tief findet sich ein solider Broncering (Tafel XVIII, Fig. 1) ohne Verzierung. Im Zentrum ist a. eine Henkeltasse (Tafel XXIX, Fig. XI 2), rötlich gelb mit weiter Randöffnung, 16,1 cm Randdurchmesser, 3,5 cm Weite der Henkelöffnung, Bodendurchmesser 3,5 cm, b. Tasse mit Henkel (Tafel XXIX, Fig. XI 3), rötlich grau ohne Ornament, 6,3 cm Randdurchmesser, Höhe 7,0 cm, stark gebaucht, Bauchweite 9,6 cm, c. ein Teller, d. eine grofse Urne teilweise erhalten, mit breitem Rand (Tafel XXIX, Fig. XI 4), e. Vase (Tafel XXIX, Fig. XI 5), schwarz ohne Ornament mit ausgebogenen schmalen Randansatz, f. eine grofse Urne (Tafel XXXII, Fig. XI 6) mit steilem hohen Rand und in Zick-Zackornament mit Zackenschlufs, das mit dem Rädchen eingedrückt ist, beigegeben.

Hügel XII.

(24. Juli 1899.)

In den kleinen Hügel von 1,9 m Höhe und 10 m Durchmesser werden östlich und nördlich in 1 m Tiefe ein Kohlenstreifen gefunden. Der Hügel war lose mit Steinen durchsetzt; 1,5 m von der Mitte zeigten sich Gefäfsscherben und Skelettfragmente, die Gefäfsscherben schwarz und nicht verziert. Metallbeigaben wurden nirgends festgestellt.

Hügel XIII.

(15., 17. August 1898.)

Derselbe hat 14 m Durchmesser und 1,5 m Höhe. Die Peripherie des Hügels ist locker mit Steinplatten umsetzt. Südöstlich 1,5 m tief war eine Steinmauer gebaut. Die Steine waren auf der Ostseite nach aufsen, auf der Westseite nach innen geneigt. In den inneren Winkel des Steinbogens, an die radial gestellten Steine angebettet, waren drei Schädel und wenig Extremitätenknochenreste bestattet. 0,6 m tief erscheint eine starke Kohlenschichte, die Kohlenreste in 1,8 cm dicken Schichten, die Erde 3 cm dick verbrannt. Auf und oberhalb der Kohlenschichte treffen wir zahlreiche Thongefäfse, zwei Ossuarien mit calcinierten Knochen, ein Schädeldeckenfragment, eine Urne mit dem Schulterblatt eines kleinen Tieres, bedeckt mit einer 70 cm grofsen Steinplatte. Neben einem zweiten Stein-

bogen westlich liegen calcinirte Schädelknochen, dabei zwei Broncestäbchen und ein starker Broncenagel, eine Broncenadel, eine grofse Anzahl von Thongefäfsen. Der Broncenagel (Tafel XVIII Fig. 1) zeigt einen dicken Stift und derben Kopf. Die Toilettenstäbchen (Tafel XVIII Fig. 3) sind in Spiralen gewunden mit kreisförmig durchlochtem Kopf und einer scharf abgeschnittenen Endkante versehen. Die Broncenadel (Tafel XVIII Fig. 2) mit plattem kugeligem Knopf, die obere Kugelhälfte fehlend, hat am Hals einen kleinen Scheibenring, das Nadelende ist spitz. Von den Thongefäfsen sind hervorzuheben: Schwarze Vase (Tafel XXXII Fig. XIII, 4) mit kurzem steilem Rand, stark gebaucht, Randdurchmesser 22,5 cm, Bodendurchmesser 10,2 cm, Höhe 13,5 cm, hat unterhalb des Randes sehr originelle Ornamente. Um ein tiefes, kreisförmiges Grübchen von 1,5 cm Durchmesser stehen 10 oder 11 ganz feine Grübchen wieder in Kreisform. Solche Ornamente sind sechs vorhanden. Die Vase enthielt zerbrochene Tierknochen. Dieselbe Vase ist noch in einem zweiten Exemplar teilweise erhalten. Schwarze glatte Urne (Tafel XXX Fig. XIII, 5) mit engem, kurzem und steilem Rand, 13 cm Durchmesser, weiten Bauch, 22,5 cm, 18 cm Höhe, 10,5 cm Bodendurchmesser, mit Inhalt von calcinierten Knochen. Schwarze glatte Schale (Tafel XXX Fig. XIII, 6). Kleine Vase ohne Henkel (Tafel XXXII Fig. XIII, 7) schwarz, glatt, 8,5 cm Randdurchmesser, 4,1 cm Höhe, konkaver Boden, aufsen graphitiert. Rote Tasse (Tafel XXXII Fig. XIII, 8) mit Henkel, 7 cm Randdurchmesser, 5,2 cm Höhe, Boden mit Telle, 3,4 cm Durchmesser. Die Aufsenseite der Tasse ist schwarz bemalt mit verästelten Linienfiguren, die ohne ein System gebildet sind, an der Vorderseite der Tasse stehen diese Linien leicht gewellt in schräger Richtung parallel zu einander. Rote kleine Vase (Tafel XXXII Fig. XIII, 9) mit kleinem zwerghaftem Henkel, 8,2 cm Randdurchmesser, 6 cm Höhe, Boden defekt. Das Aufsenornament mit schwarzer Farbe aufgetragen, besteht aus verästelten Linien, welche an der Stelle, wo sie zusammenstofsen und sich kreuzen, sich knotig verdicken. Schüssel, schwarz graphitiert (Taf. XXXI Fig. XIII, 10), an der Innenseite mit vier Kreisen, die auf einanderfolgen, 35 cm Durchmesser, 10 cm Höhe, 10 cm Bodendurchmesser. Die Innendekoration der Schüssel zeigt im kleinsten Kreis ein schachbrettartiges Ornament punktiert. Der zweite Kreis enthält eine viermal wiederkehrende, mit dem dritten Kreis organisch verbundene punktierte Zickzackfigur, während am vierten Kreis viermal drei kleine, schraffierte Dreiecke in Punktform aufgesetzt und am Rand einige gestrichelte Dreiecke angebracht sind. Die Ornamentik ist mit dem Rädchen hergestellt. Die Punktlinien bilden wieder je ein kleines Viereckchen. Schwarze aufsen glatte Schale (Tafel XXXI Fig. XIII, 11) graphitiert, an der Innenseite fünf Kreise, von welchen der mittlere in vier Quadranten geteilt ist, die schief und ungleich gezeichnete Doppellinien, punktiert, enthalten. Die drei nächsten Kreise, sind durch ein dreigeteiltes Zickzackornament geschmückt, das im vierten Kreis mit einem kurzen Haken abschliefst. Schwarze, glatt graphitierte Vase

(Tafel XXX Fig. XIII, 12). Schwarze, grofse, aufsen graphitierte Urne (Tafel XXXII Fig. XIII, 13) mit geradem hohem Hals und durch ein Rädchenornament auf der Aufsenseite geziert. Das Ornament bildet eine schräge Leiste von zwei punktierten Linien, welcher sechs oder sieben ebensolche Linien in Winkelform angelehnt sind.

Hügel XIV.

(14. April 1887.)

Kleiner Hügel von 0,9 Meter Höhe und 8 m Durchmesser. Loser Steinbau, das Inventar besteht nur in einer grofsen Anzahl von schwarzen Gefäfsscherben und vielen Skelettteilen, aufserdem wurde ein kleines patiniertes Broncestückchen ausgehoben. Der Hügel mufs als ein Massengrab angesehen werden, dem wenig Beigaben gespendet sind.

Hügel XV.

(24. Juli 1889.)

Bei einem Durchmesser des Hügels von 13 m, Höhe 1,3 m ist derselbe von einem Steinsatz umfafst. Nördlich liegt der Steinbau sehr dicht und ist aus sehr grofsen schweren Platten zusammengefügt, nach anderen Richtungen hin war oben Erde aufgeschüttet, und darunter ein Steinpflaster gelegt. Im Norden an dem Steinbau in 1,25 m Tiefe ist eine sehr starke Kohlenschichte. Die Erde ist dort rot gebrannt. Im Süden des Hügels zog sich tief durch den Hügel eine radial gestellte Steinplattenkolonie, welche zum Teil einen gewölbeartigen Bau annimmt. Über dieser unteren Kohlenschichte liegt 85 cm höher eine kurze zweite Kohlenschichte. In 1,25 m Tiefe im Zentrum liegen nach Norden und Osten viele Gefäfsscherben meist schwarz und glatt, aber auch einzelne rötliche. Im Zentrum werden vier Broncenadeln samt einzelnen Extremitätenknochen, welche bestattet waren, ausgeworfen. Oberhalb der oberen Kohlenschichte sind mehrere Knochenfragmente und ein schwarzes Gefäfs zu finden. Das Bronceinventar besteht aus zwei Schwanenhalsnadeln (Tafel XXVII, Fig. 1 und 2) mit platten halbkugelförmigen Knöpfen mit gewundener Spirale, am Halsteil die Nadel 1 feiner, die Nadel 2 etwas derber gearbeitet; Broncezängchen von Eisen stark verrostet (Tafel XXVII, Fig. 3); Broncezange (Tafel XXVII, Fig.4) mit concav convexen Branchen, die Enden sehr weit auseinanderstrebend. Broncezange (Fig. 5) mit einem Broncedrahtschieber; zwei Broncenadeln (Tafel XXVII, Fig. 6 u. 7), die eine mit zwei, die andere mit drei Scheiben am Nadelkopf, ein cylinderischer, stark verdrückter Broncearmreif (Tafe XXVII, Fig. 9). Drei durch Brand stark zerstörte teilweise geschmolzene Broncearmreife (Tafel XXVII, Fig. 10, 11 und 12), sowie viele calcinierte Knochen beweisen die Mächtigkeit des Leichenbrandes in der Hügelmitte 1,25 m tief. Ein Punzeartiges mit kräftiger Spitze versehenes Instrument

ist in Fig. 12 abgebildet. Eine Fibel stark zerdrückt besitzt einen zweimaligen Spiraldiskus, die gröfseren Spirale mit fünf, die kleinere mit drei Windungen. Inventargegenstände sind noch ein Stück Bronceblechgürtel, eine Bernsteinperle (Tafel XVIII, Fig. 4), drei Broncenadelköpfe mit Scheiben- und Bandverzierung (Tafel XVIII, 1, 2, 3).

Die Örtlichkeit der Hügelnekropole in Beckerslohe bietet schon an und für sich interessante Merkmale. Auf einer mit weitem Ausblick in die umliegenden Thäler gelegenen Berghöhe ist die Stätte des Totenkultus angelegt, im Angesicht der imponierenden Kette der fränkischen Juraberge auf einem Punkte der Hochebene, welcher den Sinn und das Bewufstsein der dort ansässigen Hallstattleute für die Schönheit der Natur, welche dort entgegentritt, wiederspiegelt. Die an die Nekropole angeschlossenen Wälle und Grabenzüge, denen man die Zugehörigkeit zu früheren Wohnstätten nicht absprechen kann, bilden Verbindungswege und Wehren zum Schutz gegen feindliche Menschen und Tiere, nicht blos für die Wohnungen, sondern auch für die Begräbnisstätten. Haben doch die Hallstattleute der Beckerslohe Nekropole ihre Pietät für die Toten dadurch bewiesen, dafs sie das wertvolle Eigentum, vielleicht das Beste, was im Handel erworben und in eigener Werkstätte erzeugt wurde, in die Gräber eingelegt haben und so einen grofsen Teil des kostbaren Inventars ihrer Kultur der Nachwelt überliefert. Es kann kein Akt der Willkür gewesen sein, dafs die Gruppe der Hügelgräber in zwei Reihen angelegt ist, welche von Westen nach Osten sich ausdehnen und wovon die eine Gruppe nach Süden, die andere nach Norden gelegen ist, wie auch in der abweichenden Lage des Hügels III eine Absicht zu erkennen ist, den Hügel besonders hervortreten zu lassen. Weist doch dieser Tumulus wegen seines Reichtums an Metallinventar darauf hin, dafs der in dem Hügel ruhende Tote mit einer besonderen Wertschätzung von seinen Stammgenossen ausgezeichnet wurde.

Die Gröfse der Hügelgräber und der Aufwand von Erd- und Steinmaterial, welcher für die Aufrichtung der einzelnen Tumuli gemacht wurde, variiert merklich. Während die Hügel II, III, V, VIII, X durch stattliche Gröfse und Höhe imponieren, sind die zwischen ihnen eingeschalteten Hügel kleiner und unansehnlicher in ihren Formverhältnissen. Die Gröfsenverhältnisse eines Hügels berechtigen jedoch nicht zum Rückschlufs auf den

Reichtum des Inventars, denn auch die kleineren Hügel IV, XIII, XIV sind reich ausgestattete Begräbnisstätten. In den Formen sind die Hügel rund, einzelne mehr oval gebaut, die Höhe der Hügel schwankt zwischen 0,9 m bis 2 m, der Durchmesser zwischen 9 m bis 22 m.

Der Grabbau ist ein wesentlich einheitlicher und methodisch gleichförmiger. Die meisten Tumuli sind aus so bedeutenden Erd- und Steinmassen zusammengefügt, dafs sich für einzelne Hügel bis zu 500 Kubikmeter Inhalt berechnen läfst. Die Hügelperipherie bildet einen lockeren, mit Erdreich untermischten Steinsatz, welcher nach dem Zentrum sich vorschiebend an Dichtigkeit zunimmt, oft eine radiäre Stellung der Steinplatten bevorzugt, um als Steinpflasterboden, welcher sich oberhalb oder unterhalb der Fundstellen wölbt, zu endigen Vereinzelt wird eine dichte Steinmauer um die Skeletteile und Beigaben errichtet und Gefäfse und Skeletteile auf Steinplatten aufgelegt. Als Steinmaterial wurden Kalksteine, meist von sehr erheblicher Gröfse, oft bis nahezu 1 m Länge, benützt.

Dreizehn Hügel sind Brandgräber gewesen, in der ganzen Hügelgruppe sind Leichenbestattungen nachzuweisen, so dafs dreizehn Grabhügel, sowohl zur Bestattung, wie zur Leichenverbrennung in Verwendung kamen. Durch diese doppelte Art der Bestattungsweise gewinnen die Beckersloher Tumuli ganz besondere Bedeutung, um so mehr als wir die Annahme machen können, dafs auch die zwei Hügel, in welchen nur Leichenbestattung im Fundprotokoll eingezeichnet ist, wohl auch Leichenverbrennung enthalten haben. Gerade die Protokolle dieser Hügel sind so lückenhaft, dafs sie auf vollkommene Richtigkeit keinen Anspruch machen dürfen. So bietet unsere Hallstattnekropole ein beinahe einheitliches Bild der in den Hügeln vorkommenden Bestattungsweise immerhin ein seltenes Vorkommnis für die jüngere Hallstattzeit, wenn fast alle Hügel zu zweierlei Arten von Bestattung benützt werden.

Die Leichenverbrennung vollzieht sich in sämtlichen Hügeln meist auf dem äufseren Boden mehrmals noch tiefer als dieser. Die Kohlenschichten dieser Brandstellen sind ungemein dick und besetzen den ganzen Boden des Hügels, sie erreichen in einzelnen Fällen einen Durchmesser von 18 cm. In vier Hügeln sind mehrere Kohlenschichten eingesetzt, dreimal zwei, in Hügel X sind drei räumlich getrennte Kohlenstreifen nachweisbar. Die zweite Kohlenschichte hat eine meist nahezu 1 m höhere Lage. Sie wurde nie zur Fundstelle von verbrannten Skeletteilen und Beigaben. Calcinierte Knochen oder dem Feuer ausgesetzt gewesene Beigaben sind ausschliefslich in der tieferen Kohlenschichte anzutreffen. Während also die oberen Hügelteile zur Leichenbestattung Verwendung fanden, findet sich Leichenbrand nur in der Tiefe des Hügels, hier ist er als eine konstante Erscheinung zu betrachten. Nur drei Hügel sind für Einzelbestattungen benützt, für alle andern ist der Nachweis, dafs Mehrbestattungen in ihnen stattgefunden haben, zu führen. So sind in einem der Tumuli sicher 5 bis 6 Leichen bestattet. Ein ganzes Skelett konnte nicht geborgen werden. Es schien

manchmal, als ob nur eine teilweise Bestattung in einzelnen Hügeln vorläge, da sich Extremitätenknochen isoliert ohne Schädel und Beckenknochen vorfanden, der sichere Beweis hiefür war jedoch nicht zu führen. Die Bestattungen sind zum Teil an der Oberfläche und an der Seite des Hügels, meist in der Hügelmitte und in Tiefen von 0,5 m bis 1,9 m nachzuweisen.

Die Lage des Skeletts variiert sehr. Doch bietet die starke Fragmentierung der Knochen keine stichhaltige Auffassung, welche als Gesetz aufzustellen gewesen wäre. Die starke Zerstörung an den gefundenen Knochen gestattete eine Messung der Skelette nicht, doch deuteten die einigermafsen erhaltenen Knochenteile auf einen gut gebauten, kräftigen Menschenschlag von nicht aufsergewöhnlicher Gröfse hin. Bezüglich der Bestimmung des Geschlechtes der eingebetteten Leichen war nichts Bestimmtes zu eruieren.

Die weit ausgebreiteten mächtigen Kohlenschichten in der tiefen Lage der Hügel, bei deren Aufschichtung meist das Holz der Esche benützt wurde, führen zu der Annahme, dafs die Leichenverbrennung an Ort und Stelle des Hügels vorgenommen und nach dem Verbrennungsakt einzelne Knochenteile gesammelt, in einem Ossuarium beigesetzt, der Hügel aufgeschüttet und die Beigaben eingebettet worden sind. Die verbrannten Erdmassen, die geschmolzenen Bronceringe des Hügel XV sind ebenso treffliche Zeugen für die Intensität des Leichenbrandes, welcher in Scene gesetzt wurde, wie die geringen, noch vorhandenen Reste der verbrannten Leichen, welche in den Ossuarien aufbewahrt gefunden wurden.

Gemeinsam ist allen Grabstätten der Beckersloher Nekropole der Gebrauch, dafs auf dem Boden des Hügels die Leichenverbrennung vorgenommen wurde, während die höher gelegenen Brandschichten nicht zum Leichenbrand benützt wurden und die über diesen oberen Brandschichten gelegenen Hügelteile als Bestattungsplätze in Anwendung kamen. Möglicherweise treten dabei Gebräuche auf, dafs bald die Männerleichen beerdigt und die weiblichen Leichen verbrannt wurden oder umgekehrt, dafs gemeinschaftliche Bestattungen von mehreren Verstorbenen gleichzeitig stattgefunden haben und dafs Angehörige einer Familie auch nach dem Tode in einem Totenbette vereinigt wurden, was für die Grabhügelgruppe im Hügel III durch den Fund eines Kinderschädels behauptet werden kann.

Auf Grund des bei den Grabungen gefundenen Ritus ist also die Anschauung berechtigt, dafs das zu Ehren eines Verstorbenen errichtete Grab für den Leichenbrand an Ort und Stelle diente. Dieser ersten Leichenverbrennung im Hügel folgte eine zweite nicht nach. Eine zweite und weitere Leichenverbrennung geschah aufserhalb des Hügels und von nun an wird der Hügel nur noch zu Bestattungen benützt. Es wäre an dieser Stelle die Frage aufzuwerfen, ob denn die beiden Arten der Bestattungen, Leichenverbrennung und Erdbestattung, gleichzeitig in Übung waren oder ob die Verbrennung einer älteren, die Bestattung einer jüngeren Zeitperiode angehört. Bei der typischen Ausnützung fast aller Hügel zu zwei verschiedenen

Bestattungsweisen erscheint der Gedanke, dafs zweierlei Arten von Bestattungen zu gleicher Zeit in Gebrauch waren, sympathischer. v. Saken weist in seinem klassischen Werke »Das Grabfeld von Hallstatt« mit Recht darauf hin, dafs aus der gleichmäfsigen Anlage und den völlig gleichen Beigaben hervorgeht, dafs beide Arten von Bestattung in der Hallstattzeit gleichzeitig in Übung waren, nicht aber zu einer bestimmten Zeit eine feste Sitte geherrscht hatte, die von einer anderen verdrängt worden wäre. Eine spätere Benützung unseres Grabfeldes aufserhalb der jüngeren Hallstattzeit erscheint ausgeschlossen. Das beweisen schon allein die in Beckerslohe allen Grabhügeln congruente Art der Benützung. Das beweisen aber auch die Beigaben. Sollte nicht die Möglichkeit bestehen, dafs der Stamm, welcher in der Gegend des Grabfeldes seine Wohnstätte aufschlug, für einen einzelnen durch das Geschlecht und durch besondere Rechte bevorzugten Menschen, auch in der Bestattungsart eigenartig verfuhr.

Alle Inventargegenstände gehören der jüngeren Hallstattzeit an. Sie sind mit kleinen Zeitintervallen dem Jahre 450—350 v. Chr. zuzurechnen. Alle in den fünfzehn Hügeln bestattete oder verbrannte Leichen besitzen nur der jüngeren Hallstatt zugehörige Beigaben aus Metall oder Thon. Es wäre somit ein Akt der Willkür, eine zeitlich weit auseinander liegende Trennung der beobachteten Bestattungsweisen zu fordern. Erinnern auch einzelne Gegenstände an die kommende La Tène Kultur wie die Fibel im Hügel IX Fig. 2, wie die Armreife Fig. 3 und 4 im Hügelgrab X, so ist gerade die Lage der Armbrustfibel und die Schwanenhalsnadel in den unteren Hügelschichten am Herd des Leichenbrandes ein gültiger Beweis für die ausgesprochene Annahme. Die in den Hügeln vorkommenden Spätformen der Fibeln der jüngeren Hallstattzeit in ein Vergleichsverhältnis mit den etwas älteren Formen zu setzen ist von Bedeutung für die chronologische Stellung der Nekropole in der Beckerslohe. Die chronologische Ordnung der Fibeln beweist eben, dafs dieser Begräbnisplatz eine ziemlich lange Zeit von den Hallstattleuten für ihren Totenkultus verwendet wurde, eine Zeitperiode, die jedoch die jüngere Hallstattperiode nicht überragt und an das Ende dieser Kulturperiode zu verlegen ist. Für diesen Zeitabschnitt mag die Beckerslohe Nekropole als kontinuierliche Begräbnisstätte gedient haben, aber nicht länger.

An Beigaben finden wir von Waffen: ein Schwert mit Ortband, an Schmuckgegenständen: Gürtel und Gürtelhaken, Armreife, Fingerringe, Halsringe, Ohrringe, Fibeln, Spiralen, Bernsteinperlen, Knöpfe und Besatzstücke, von Werkzeugen und Geräten: Messer, Zangen, Punzen, Urnen, Vasen, Schalen, Schüsseln, Teller, von Kinderspielzeug: Klappern.

Das Schwert des Hügels II ist der einzige Repräsentant und als Prototyp der Schwerter der Beckerslohe Hallstattzeit anzusehen. Der fehlende Knauf aus vergänglichem Material, wohl aus Holz hergestellt, war mit zwei eisernen Nieten an die Griffzunge befestigt. Die zweischneidige, am Ende mit zwei schrägen Kanten abgeschnittene Klinge mit einer leichten Anschwellung

des mittleren Klingenteils vertritt den Hallstatttypus. Die fehlende Scheide war aus Holz gefertigt, wie die noch im Ortband steckenden Holzreste beweisen. Das Ortband mit hellem Bronceglanz gleicht mit seinen beiden Flügelfortsätzen in Form den in Unterfranken, Oberbayern und Oberpfalz gefundenen.

Von Messern treffen wir drei, von denen das im Hügel VI gefundene, mit stumpfem Rücken und sehr stark konkav geschweifter Klinge mit kurzem Klingendorn endigt und der Hallstattzeit angehört. Als Bekleidungsmaterial des Griffes wird Holz verwendet worden sein. Die Klingenform des Messers gibt demselben mehr die Bestimmung eines Werkzeuges, als einer Waffe.

Schwert, Messer, einige Ringe und eine Dolchscheide von Eisen sind das Einzige, was die Gräber an Eisen beherbergen.

Während die Waffen in dem Grabfeld eine untergeordnete Bedeutung haben, treten die Schmuckgegenstände in den Vordergrund. Sie bestehen aus zahlreichen und den verschiedensten Objekten. Ein Bronceblechgürtel (Hügel IV) auf einer Unterfläche von Leder mit Broncenägeln befestigt, in Zusammenhalt mit den mit Broncenägeln verzierten Lederstreifen, sind für unser Franken seltene und wertvolle Fundobjekte. Zehn gut erhaltene Fibeln wurden den Grabhügeln entnommen. Sie repräsentieren, wie erwähnt, in den verschiedenen Formen chronologische Etappen der jüngeren Hallstattzeit. Von dem zeitlichen Vorkommen der Schlangenfibel zur Paukenfibel und kegelförmigen Paukenfibel, von der Paukenvogelkopffibel zur Armbrustfibel durchlaufen wir grofse Perioden der jüngeren Hallstattzeit bis zu ihrem Ausgang und Ende. Wir treffen bei der letztgenannten Fibel die chronologische Endstation für die Beckersloher Nekropole, welche den Übergang zur La Tène-Kultur anzeigt und charakterisiert.

Die Mehrzahl der acht vollkommen erhaltenen Nadeln, welche teils zum Halten des Gewandes auf der Brust oder am Hals gedient haben, hat das Gepräge des Schwanenhalstypus. Sie endigen mit plattgedrücktem, kugeligem Knopf oder einer Schale, welche vereinzelt eine Einlage als Schmuck erhalten haben mag. Mehrere tragen unter dem Knopf Doppelscheibchen, bis zu welchem die Nadel in den Gewandstoff oder in das Haar gesteckt werden konnte.

Der grofse Schmuck in Hügel V erregt das Interesse in besonderem Grade. Ein einigermafsen ähnliches Schmuckobjekt hat Prof. Dr. Naue in Grabhügel XI zwischen Traubling und Machtlfing in Oberbayern gefunden und beschrieben. Die vier Disken, welche aus dickem Broncedrahtspiralen auf einem Bronceblech sich aufbauen und deren jeder einen Tutulus trägt, vereinigen sich mit vier Näpfchen und vier kantigen Ringen zu einer Schmuckform, deren besondere Eigenart noch wenig bekannt ist. Es ist ein unvergleichlich künstlerisch erfundenes und technisch vollendetes Stück. Seine Verwendung als Brust- oder Gürtelschmuck, seine Befestigung mit Leder und Baststreifen zum Halten des Gewandes erscheint mit Rücksicht auf die an vier Seiten angebrachten Ringe am wahrscheinlichsten. Ein so einziges herrliches Schmuckstück mufs aber die Brust einer Persönlichkeit geziert haben,

welche eine besondere Ehrenstellung unter seinen Stammesgenossen eingenommen hat. Dasselbe war in einem Hügel mit den technisch vollendet ausgeführten Armreifen und einem Gürtelhaken, zusammenbestattet, ein wahrhaft fürstlicher Schmuck.

Siebenunddreifsig Armreife bezeugen die Vorliebe mit welcher dieser Schmuckgegenstand getragen worden ist. Am Oberarm ist der glatte, mit zwei oder drei Rippen gezierte Reif die prägnante Form, während am Vorderarm die Steigbügelringe mit Buckelverzierungen gewissermasen Mode sind, Halsringe sind seltener. Vier derselben mit Spiralwindungen und mit der beschriebenen vorzüglichen ornamentalen Verzierung barg der Hügel IV, Fingerringe sind einzeln gefunden worden, im Hügel 1 sind zwei Ringe mit zwei ovalen Löchern gelegen. Die Bestimmung dieser beiden Ringe, zu welcher Art Schmuck sie benützt worden sind, ob als Fingerringe oder Ohrringe, oder ob sie nicht beim Wehrgehänge angebracht gewesen sind, entbehrt der Klarheit. Ebenso mufs dahin gestellt bleiben, ob der Schmuckring, mit dem kleinen tonnenförmigen Ansatz im Hügelgrab VI und der in seinen Formen ihm verwandte Broncering zur Schmückung des Wehrgehänges verwendet worden sind und die Miniaturausgabe dieser Ringe in Eisen ähnlichen Zwecken gedient hat.

Die Ohrringe sind teils einfache Hohlringe, wie in Grab II, teils sehr kunstvoll gearbeitete Hohlringe, die in Feinheit der technischen Ornamentbehandlung Glanzstücke bilden (Hügel X). Ein Bernsteinring und eine Bernsteinperle sind die letzten Zeugen eines Bernsteinschmuckes.

Von Toilettengeräten ist eine reiche Garnitur im Hügel III und XV vorhanden. Vier Zängchen, davon drei in Pinzettenform eines mit Ringklemme und drei Toilettenstäbchen in Form von kleinen Ohrlöffelchen, bezeugen den Wohlstand des früheren Besitzers oder der Besitzerin. Zwei Broncepunzestäbchen und Pfriemen werden zu der Herstellung von Arbeiten in Leder oder Bronce gedient haben.

Das Thongefäfs ist für den Grabhügel in Franken die charakteristische und allgemeinste Beigabe, womit man den Toten ehrte. Der Fund an Thongefäfsen, die gröfste Anzahl allerdings in Scherben ist ein aufserordentlich grofser. Was davon in Bruchstücken aus den Gräbern heraus befördert wurde, beträgt eine enorme Menge. Mit verschwindend wenig Ausnahmen tritt in den Beckerslohe Hügelgräbern die schwarze Hallstatt Keramik Frankens zu Tage. Diesen Typus verlassen die Arbeiter der keramischen Branche in Beckerslohe nur selten. Die Herstellung geschieht allerdings oft auch aus rotem und rotgelblichem Thonmaterial, welches einen Graphitüberzug erhält.

Die durch gute ornamentale Dekorationsmotive ausgezeichneten Gefäfse der Hügel VII, VIII, XI, XIII decken sich bezüglich dieser Dekorationsmotive mit den Gefäfsen der Hallstattzeit aus der Oberpfalz. Die polychromen Gefäfse mit origineller Bemalung bedürfen bezüglich ihrer Provenienzen noch einer weiteren folgenden Besprechung. In der Beckers-

lohe treffen wir an Formarten der Thongefäfse die Urne, die Schale, die Vase, den Teller, die Tasse, von einfacher bis zur schönen Formengebung, von dem glatten Gefäfs bis zu dem mit reicher Ornamentdekoration und relativ guter Bemalung. Die Gefäfse sind an den Rändern des Hügels vereinzelt, im Zentrum und dessen Peripherie bei den Skeletten und Metallbeigaben in grofsen Gruppen zu finden, so zwar, dafs sie die Leichen in einem kurzen und weiten Bogen umspannen und einen teilweisen Kranz um sie bilden. Das Ossuarium ist auch hier, wie es Naue beschreibt, ein schmuckloses einfaches Gefäfs. Zur Verzierung der Gefäfse ist im Gebrauch das Zickzackornament mit Hakenende, wie es die Fundobjekte der Oberpfalz aufweisen, von den geometrischen Verzierungen das Dreieck, die Raute, das Wolfszahnornament (Hügel VIII, XIII). Eine schachbrettartige Figur bilden die Dekorationsarten in Hügel XIII, 10. Das Ornament der Schale XIII, 4, ein kleines kreisförmiges Grübchen mit 10 kleinen eingedrückten Kreisen ist symbolisch als Sonne gedeutet worden. Sehr originell ist die Dekorationsart der Schüssel im Hügel III, welche wir ebenfalls in der Oberpfalz finden und welche aus gekreuzten Stäben, deren Zwischendreiecke schraffiert sind, besteht. Jedes Stäbchen trägt einen hakenähnlichen Fortsatz. Es wurde mir die Vermutung ausgesprochen, dafs diese Stäbchen Zeltstangen vorstellen könnten, an welche Tierköpfe angebracht wären. Ich gebe diese Vermutung wieder, ohne meine persönliche Anschauung damit zu indentifizieren.

Grabhügel III, VI, VIII und XIII enthalten keramische Malereien, welche zu einer besonderen Kritik derselben herausfordern, Professor Dr. Mehlis hat eine solche in einer kurzen Mitteilung (Beilage zur allgemeinen Zeitung 1901 No. 11), eingeleitet. Die Dekorationsmotive, sagt Mehlis, zeigen in Technik und Farbengebung eine unverkennbare Ähnlichkeit mit mykenischer Keramik. Der gröfste Teil der von Dr. H. Schliemann in seinem Werk Mykenae (Leipzig 1878) abgebildeten Keramik zeigt dieselbe Grundierung hellgelb und dieselbe Deckfarbe schwarzen Firnifs. Auch die Ornamente, Pflanzen und Tieren entnommen, finden sich hier. Man vergleiche die Tupfen auf S. 76, den Stierkopf auf Tafel XVII, Nr. 98, die Bandornamente auf Tafel IX, XI, XII, XIV und man wird die Übereinstimmung zwischen dem Mykenaekreis und den Tumulis von Beckerslohe ohne direkte Beeinflussung nicht erklären können.

Ich kann Mehlis nur teilweise beipflichten, wenn er die keramischen Malereien unseres Grabfeldes mit den Motiven der Bemalung der Mykenaekeramik in Vergleich setzt. Eine gewisse Ähnlichkeit der Herstellungsart im Farbenton und in den Bemalungserscheinungen ist ja vorhanden. Diese Gefäfse jedoch im ganz positiven Sinn für Abkömmlinge der Mykenaekeramik zu erklären, dafür fehlen noch die Beweise für das Vorhandensein einer ununterbrochenen Kontinuität zwischen der Hallstattperiode Frankens und der Oberpfalz mit der Mykenaekeramik. Aber auch eine Übereinstimmung der Malereimotive selbst ist aus der Vergleichung nicht zu ersehen. Wenn es auch wahrscheinlich sein möchte, dafs

die Art der Bemalung der Thongefäfse in der Beckerslohe nicht zuerst durch die Vertreter der lokalen Keramik dort erfunden wurde, sondern die Vorbilder dazu durch den Import fremder Gefäfse übernommen worden sind, wenn es ebenso wahrscheinlich ist, dafs die Vorbilder dem Süden entspringen, möglicherweise aus der südländischen Zone der Hallstattperiode, wie sie von Prof. Hörnes abgegrenzt worden ist, stammen, so scheinen doch die Hallstattleute der Beckerslohe mit der Anlehnung an die von Süden eingeführte Keramik diese ihrer eigenen Kultur assimiliert und mindestens die vorgebildeten Motive nach ihrem Geschmacke neu bearbeitet zu haben. Dafür spricht die Thatsache, dafs die Formen der hierhergehörigen Thongefäfse sich durchaus nicht mit den mykenischen decken, ebenso wie ihre Herstellungsart und Färbung, wenn auch ohne Bemalung, in vielen Exemplaren in so vielen unserer Gräber gefunden worden ist, dafs man sie sicher als Arbeit der lokalen Technik betrachten darf. Dafür spricht aber noch weiter, dafs die von Mehlis berücksichtigten Stierköpfe in Mykenae plastische Formen und Idole darstellen (Mykenae Tafel XVII Fig. 98). Sehr wichtig ist die Bemerkung, welche auch Naue ausgesprochen hat, dafs die Formen der bemalten gelben Gefäfse aus Beckerslohe von den mykenischen vollkommen abweichen und dafs bei einem Einflufs der Mykenaekeramik auf die Hallstattkultur in Franken dieser sich sicher zuerst in der Nachahmung der Gefäfsformen gezeigt hätte. Die Stierköpfe aus der Beckerslohe tragen einen durchaus anderen Charakter, eine Auffassung, die sich mit dem der Mykenaearbeit in keiner Weise deckt. Die beiden Typen sind so verschieden, dafs sie nicht zusammengeworfen werden dürfen. Das Einzige, was sich herbeiziehen liefse, ist das Blattornament (Tafel XI Fig. 49 Mykenae), das zweifellos grofse Ähnlichkeit mit dem auf der Tafel XXIX Fig. VI, 6 Beckerslohe abgebildeten hat. Dafs die in Herden komponierten Widderköpfe des Gefäfses, die von Pflanzen und Tieren entlehnten Motive mit ursprünglich naturalistischen aber decorativ umgebildeten Motiven Wiedererscheinungen von Vorbildern aus dem Süden sind und mit origineller neuer Auffassung der Motive zu Nachbildungen benützt werden, ist eine Erscheinung, die, wie Professor Hörnes es ausspricht (Die Urgeschichte des Menschen Seite 587), nahezu für alle hallstättischen Fundplätze bis über die Donau hinaus charakteristisch ist. Zu dieser Besprechung gehörig ist das thönerne Figürchen eines Pferdes im Grabhügel VIII, welches den in Gemeinlabern in Niederösterreich gefundenen sehr ähnlich sieht. Der Kopf ist ganz erhalten, ebenso die Füfse, der Körper fehlt. Dasselbe wird in Analogie der Figürchen in Gemeinlabern auf dem Halse einer grofsen Urne mit Harz aufgeklebt gewesen sein. Diese Formen erinnern allerdings an die rohe Thonplastik, wie sie die Schlieman'schen Idole aus Hissarlik und Tyrins tragen.

Aber auch diese Thonarbeiten, welche die Erzeugnisse der Beckersloher Hallstattleute darstellen, sind mit anderen durch die lokale Keramik bedingten Varianten ausgestattet. Ich erinnere bei diesen Thonfigürchen

an die veränderte Darstellung des Schädels, die Anbringung von Hals- und Brustornamenten. So wahrscheinlich also einzelne Produkte, besonders die keramische Malerei, durch importierte Vorbilder von der lokalen Keramik Frankens in der Hallstattzeit übernommen worden sind, so mufs doch die Frage offen bleiben, ob diese neuen Arten wirklich ihre Provenienz der Mykenaekeramik verdanken. Mehlis fordert von der zukünftigen Forschung, dafs sie die Zwischenstationen in der Oberpfalz und im oberen Donaugebiet feststellen und die Endpunkte des mykenischen Kultuskreises auch nach Nordwesten hin bestimmen solle, die dem Norden zu durch Fundstätten wie Zabarowo, Priment, Kulisch bereits fixiert erscheinen. Bis dieses in der Zukunft liegende Postulat noch erfüllt werden kann, wird es uns hauptsächlich interessieren müssen die Verwendung keramischer Dekorations- und Malereimotive, in der Art wie sie die Beckerslohe aufweist, darauf hin zu untersuchen, wie das künstlerische Gefühl und seine technische Umsetzung bei dem Arbeiter in der lokalen Keramik Frankens sich mit der Bearbeitung der Vorbilder aus dem Süden abgefunden hat.

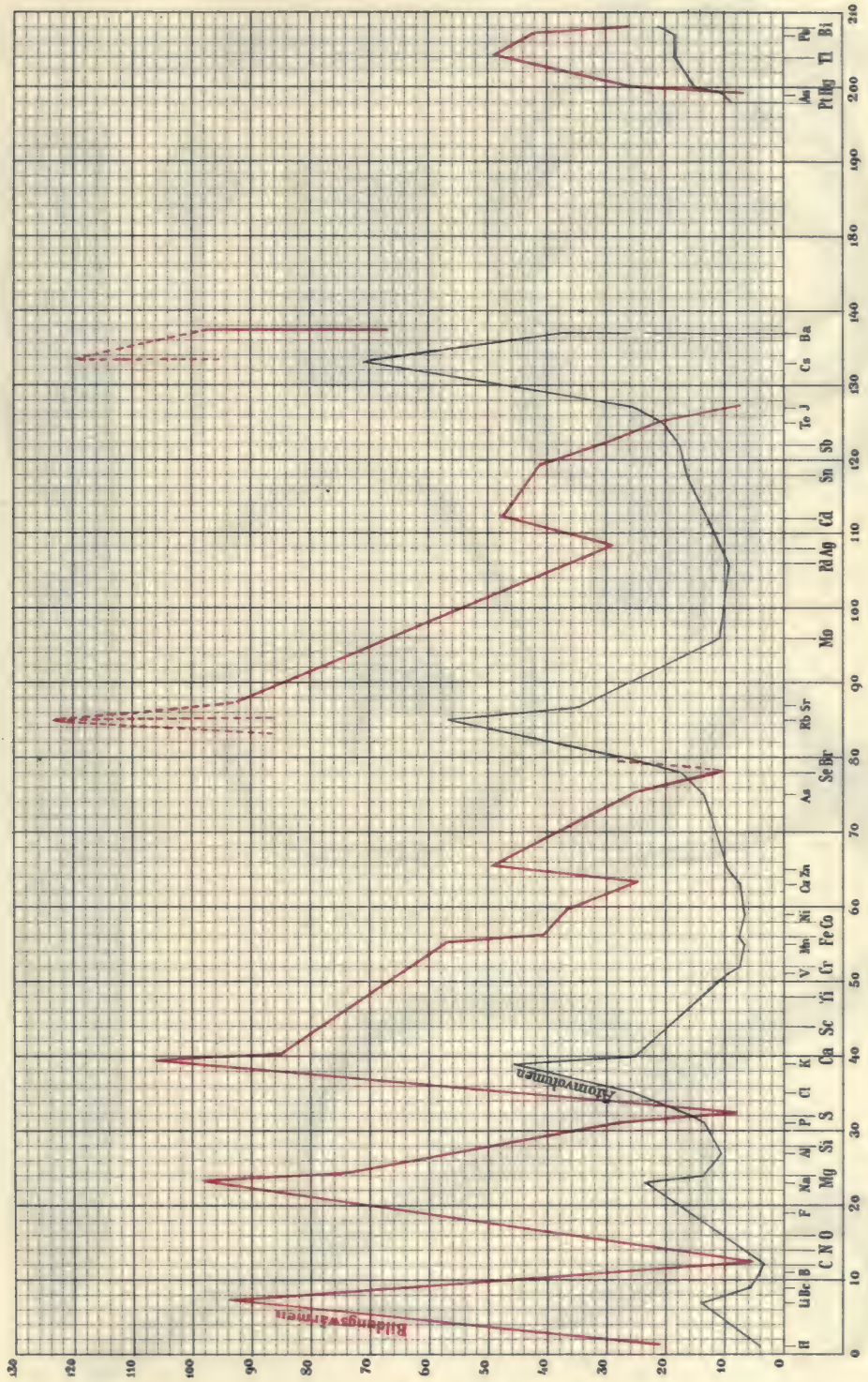
An diesen kritischen Streifzug durch das Grabfeld der Beckerslohe möchte ich noch allgemeine Bemerkungen anschliefsen. Nunmehr, wo der ganze Fundschatz aus der Beckersloher Nekropole in seiner Vollständigkeit vor uns ausgebreitet liegt, bewundern wir in ihm, vom Standpunkt der Lokalforschung aus betrachtet, eines der schönsten Dokumente aus der jüngeren Hallstattzeit, welches dem Schofs der Erde entrissen wurde. Er ist der bleibende Zeuge dessen, was die Kultur dieses Hallstattvolkes, welches seinen Wohnsitz auf dem Juraplateau aufgeschlagen hatte, besafs, auch ein beredter Zeuge und Interpret dessen, was es durch seine Handelsbeziehungen, durch sein eigenes Können und Schaffen als Kulturvolk sich angeeignet hatte. Als geschlossenes Ganzes tritt diese Aneignung eines Stammes hier vor uns, als vollendeter archäologischer Besitz, welcher die Höhe der kulturellen Entwicklung seiner früheren Eigentümer wiederspiegelt. Der Reichtum des Fundmaterials ist für die prähistorische Archäologie unseres engeren Frankenlandes eine seltene Erscheinung, besonders da wo eine originelle Eigentümlichkeit in den Formen der Metall- und Thonerzeugnisse dem Fund das Gepräge geben.

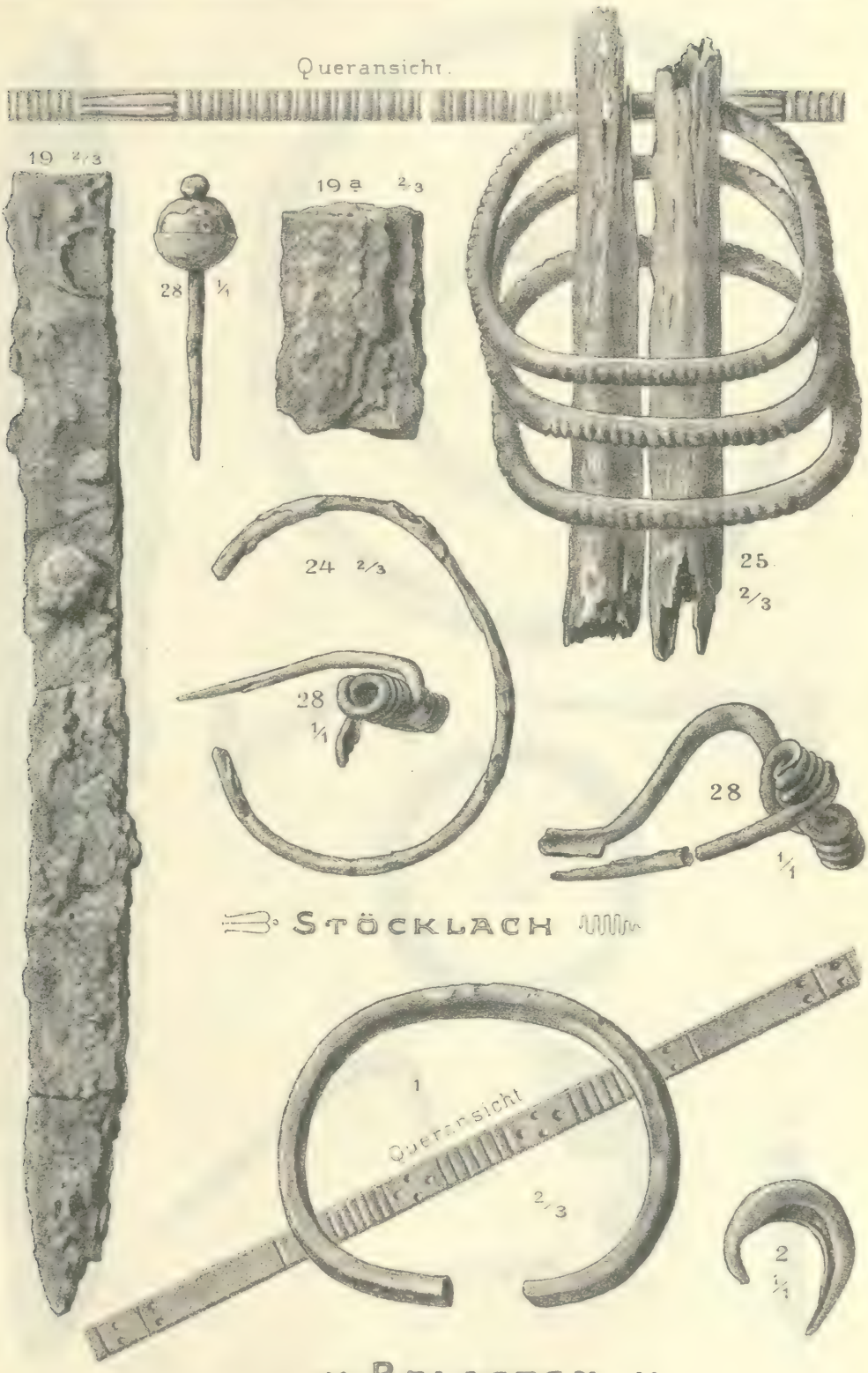
Es ist eine Nekropole der Reichen, die Grabhügel der Armen sind selten. Die Überzahl der Repräsentanten von Grabhügeln mit reichem Metall und Gefäfsinventar beweifst, dafs auch unter Hallstattleuten der Beckerslohe die sozialen Unterschiede bei Reichen und Armen im Totenkult eine Rolle gespielt haben. Aber wenn beim Begräbnifsplatz des Reichen eine Verschwendung mit der Beisetzung von Schmuck, Waffen und Geräten getrieben wird, allen Gräbern auch den armen gemeinsam ist in Beckerslohe das Thongefäfs, der unentbehrlichste Hausrat und als solcher das Symbol des häuslichen Lebens. Ebenso wie bei den reichsten Bestattungen, so findet sich auch bei Skeletten, die wegen Armut der Besitzer oder aus anderen Gründen ohne Metallbeigaben in die Erde

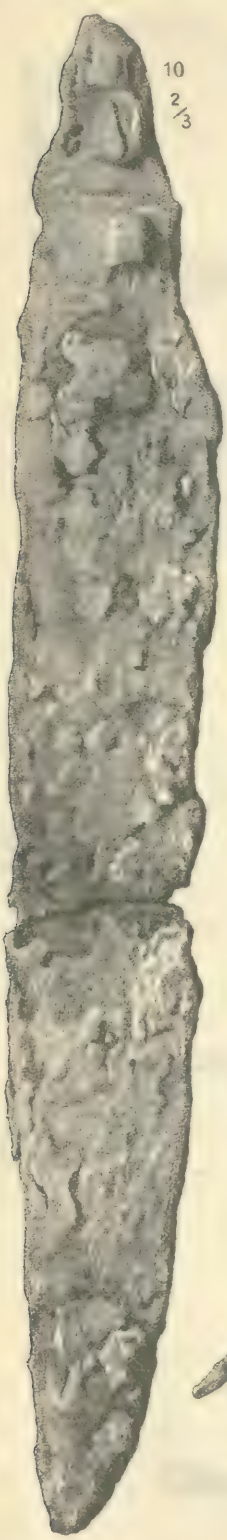
gelegt wurden, ein Thongefäfs mitgegeben als warmer Akt der Pietät beim Totenkultus. Ja, die armen Gräber des Beckersloher Gräberfeldes haben sogar einen guten Fundschatz von Thongefäfsen mit der in Franken einheimischen Keramik ergeben.

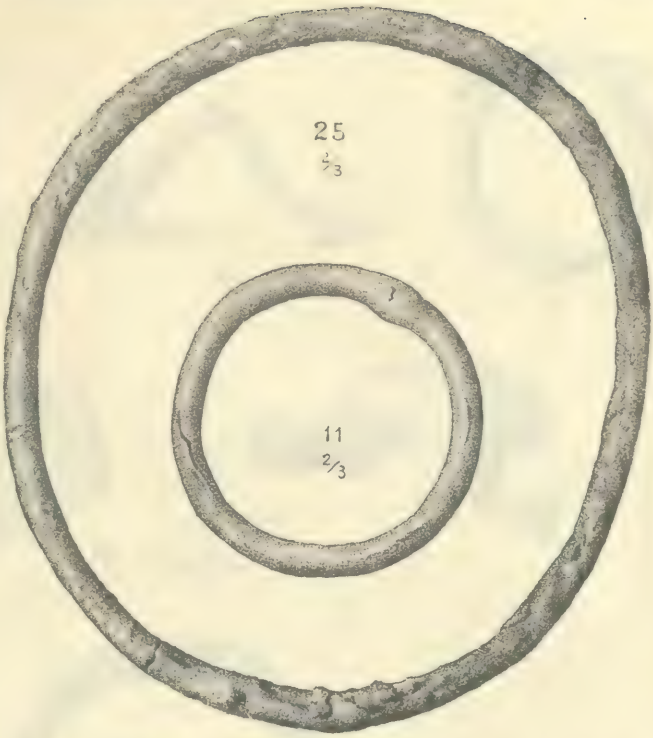
Ich habe im Eingang meiner Beschreibung die Erforschung der 15 Hügelgräber in der Beckersloher Nekropole ein Stück Geschichte unserer Sektionsthätigkeit genannt. Durch die gemeinsame Veröffentlichung dieser Hügelgräberfunde und der Abhandlung über die vorgeschichtlichen Denkmäler in der Umgebung von Nürnberg, hat die Sektion für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte ein Stück ihrer eigenen Geschichte, soweit sie die wissenschaftliche Arbeit des Spatens betraf, für die Säkularfeier der Naturhistorischen Gesellschaft niederschreiben lassen. Die Sektion erkennt in der Veröffentlichung dieser Resultate der Lokalforschung auch ein beredtes Zeugnis der Schaffensfreudigkeit einer kleinen aber begeisterten Schaar von Forschern und Freunden der prähistorischen Archäologie. Möchten diese Arbeiten aus einer fast achtzehnjährigen Arbeitsthätigkeit einiges Licht in das Dunkel der Vorgeschichte unserer schönen fränkischen Gauen zu werfen im Stande sein.

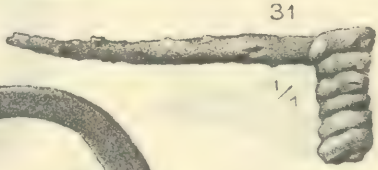
Möge die Sektion aber auch dazu berufen sein durch reiche und gültige wissenschaftliche Leistungen für die Zukunftsgeschichte der naturhistorischen Gesellschaft noch viele Blätter beschreiben und noch manch frisches Reis in den Ruhmeslorbeer der Gesellschaft mit einflechten zu helfen.

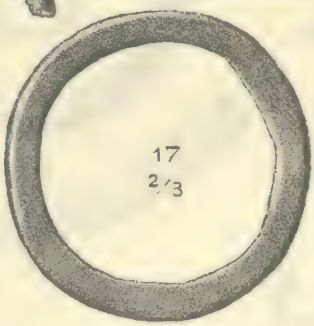

Bildungswärmen
Atomvolumen
H
Li Be
B
C N O
F
Na Mg
Al Si
P S
Cl
K Ca
Sc Ti
V Cr
Mn Fe Co
Ni Cu Zn
As Se Br
Rb Sr
Mo
Rh Ag Cd
Sn Sb
Te J
Cs Ba
Au Pt Hg Tl Pb Bi
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180 190 200 210
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120


Queransicht.
19 2/3
28 1/1
19a 2/3
25 2/3
24 2/3
28 1/1
28 1/1
B. STÖCKLACH
1
Queransicht
2/3
2 1/1
N. BALGETEN

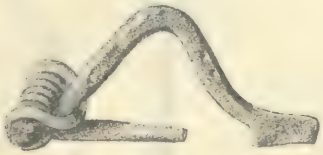


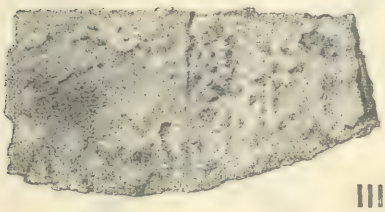


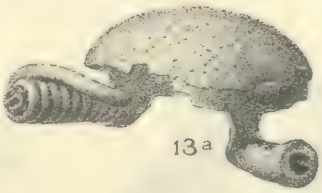




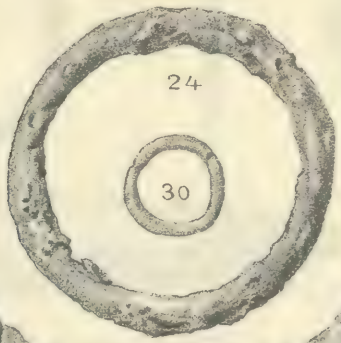
LANGENZENN

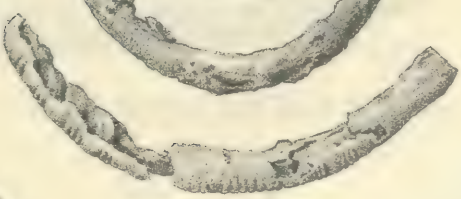


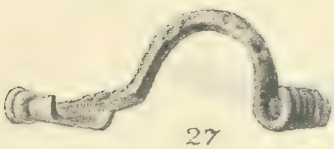




III. Hügel

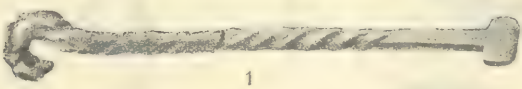




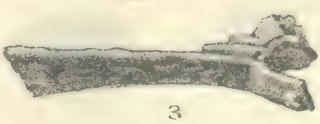


II. Hügel

HIRSCHBERG 2/3

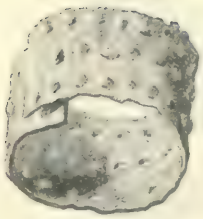


2/3

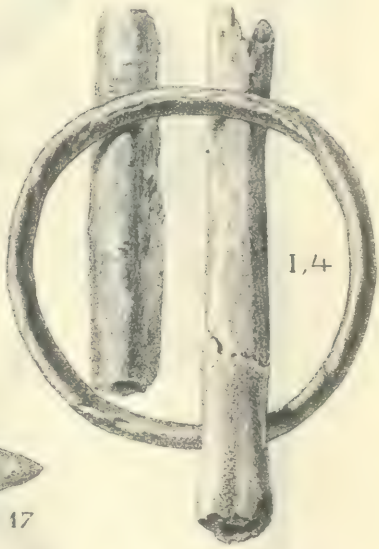


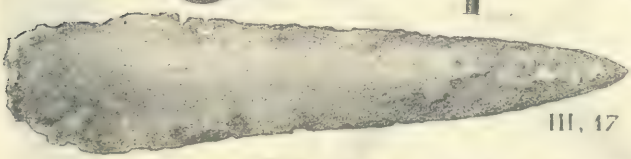
ALFALTER

FRÄNK.



SCHWEIZ ODER PFÖNZ

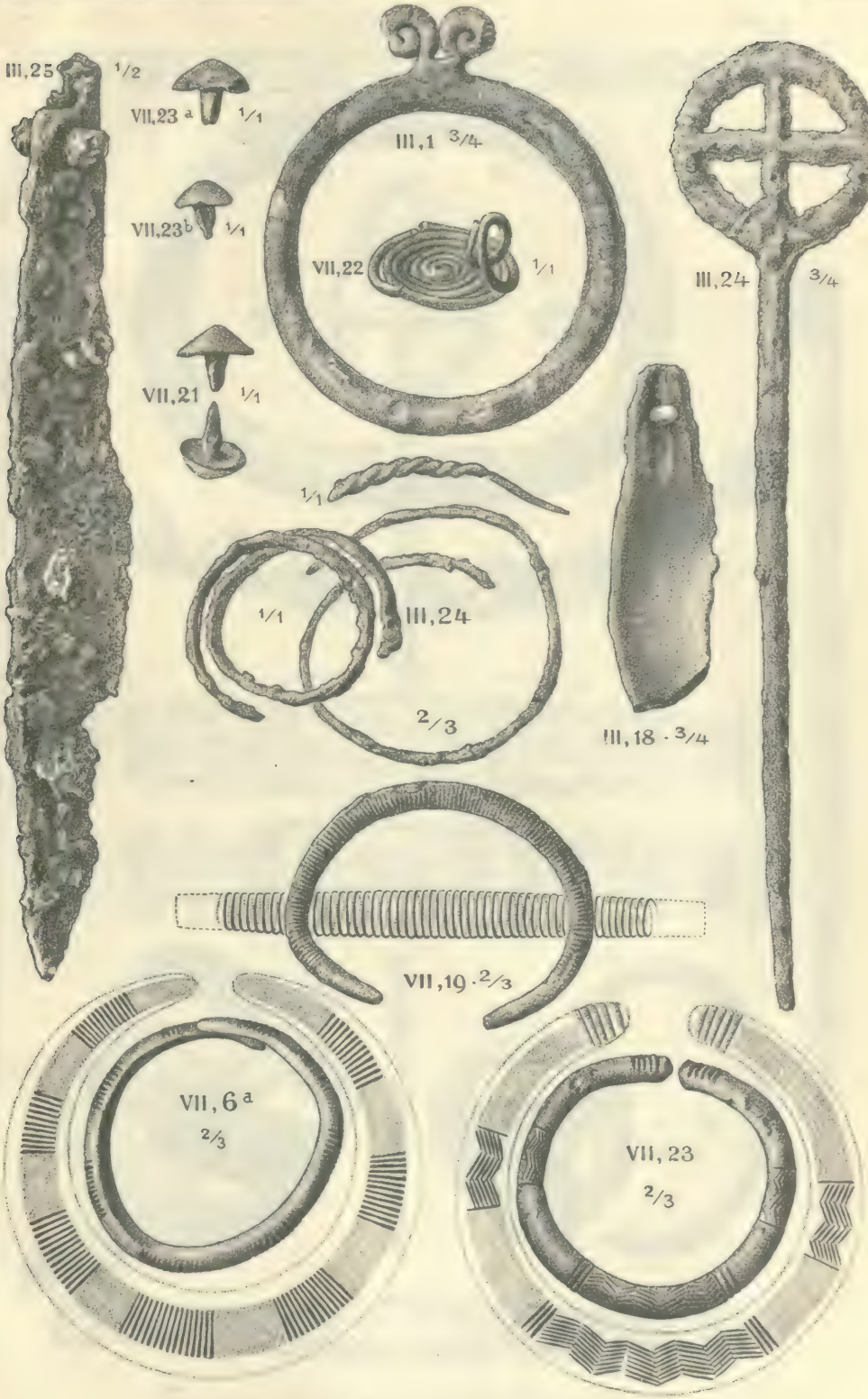




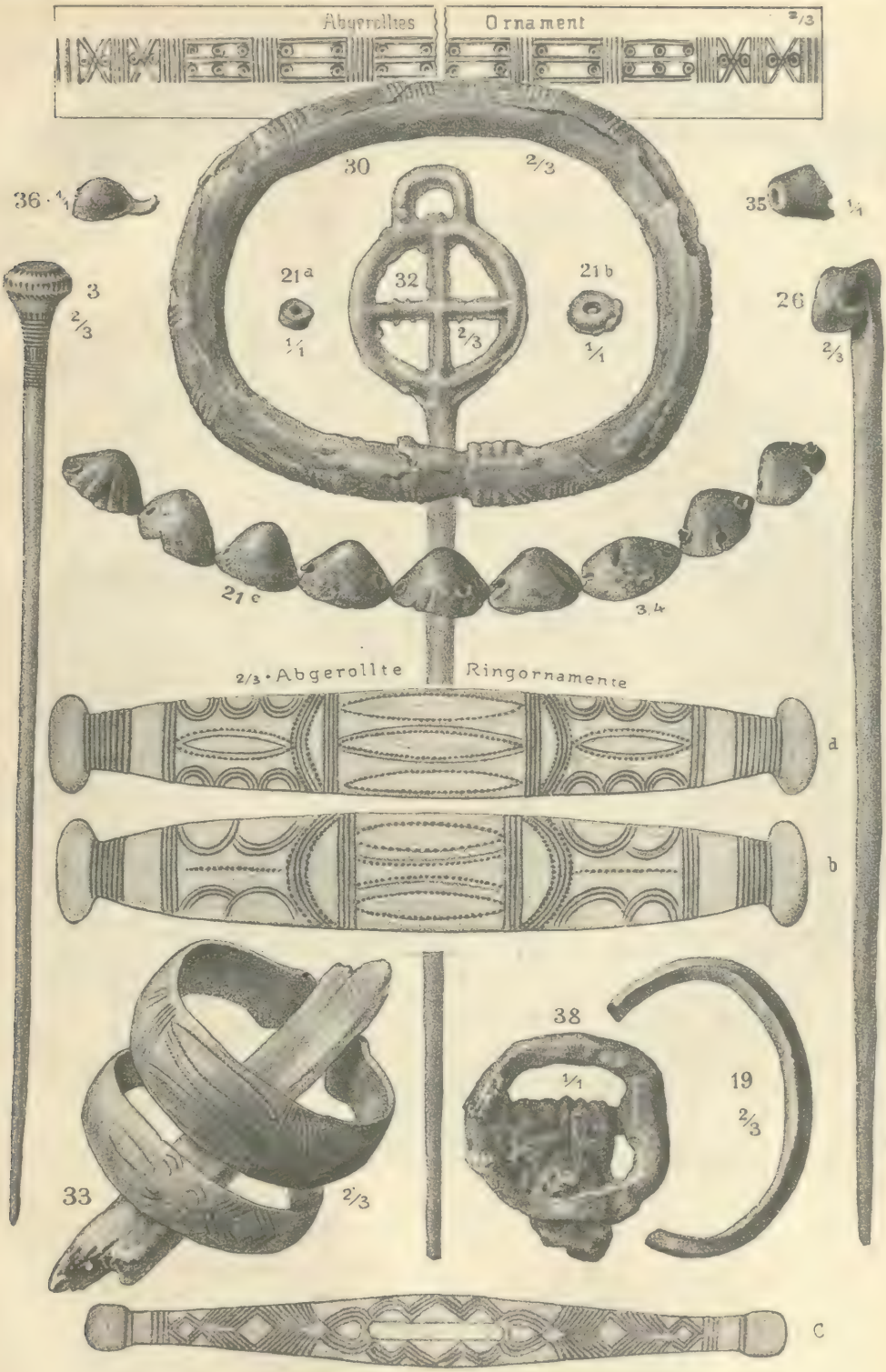
WEISSENBRONN · 2/3

SCHWEND
1/1

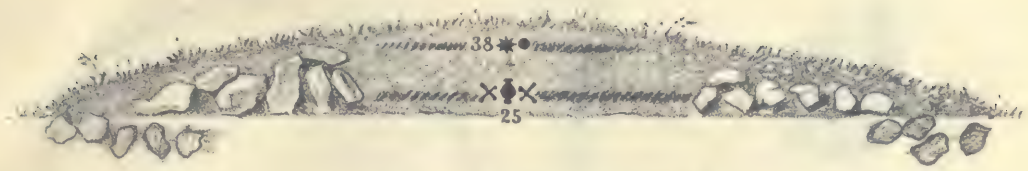
BECKENZIPFEL
1/1



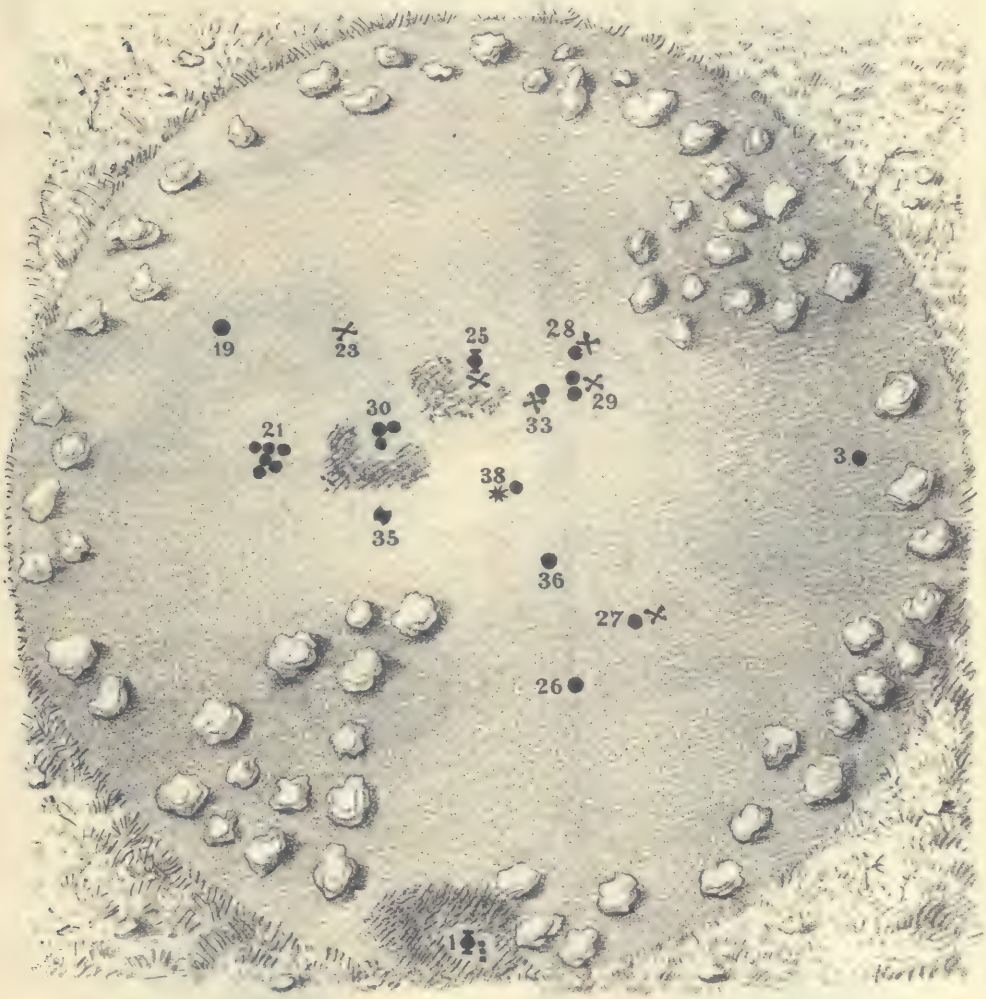
LABERSRICHT



Gabersricht [VIII. Hügel]

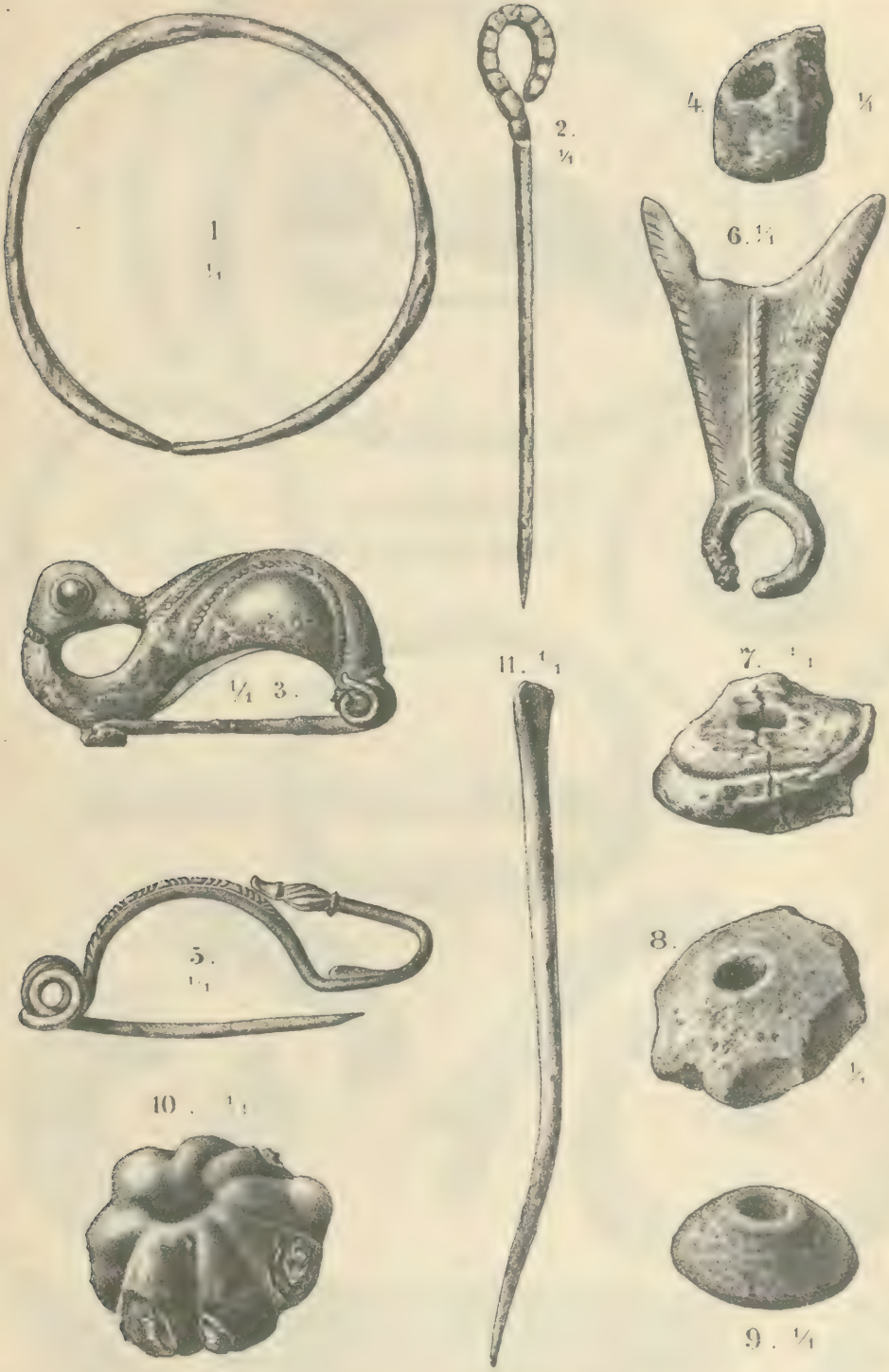


VIII. Hügel ÷ 1/100 ÷

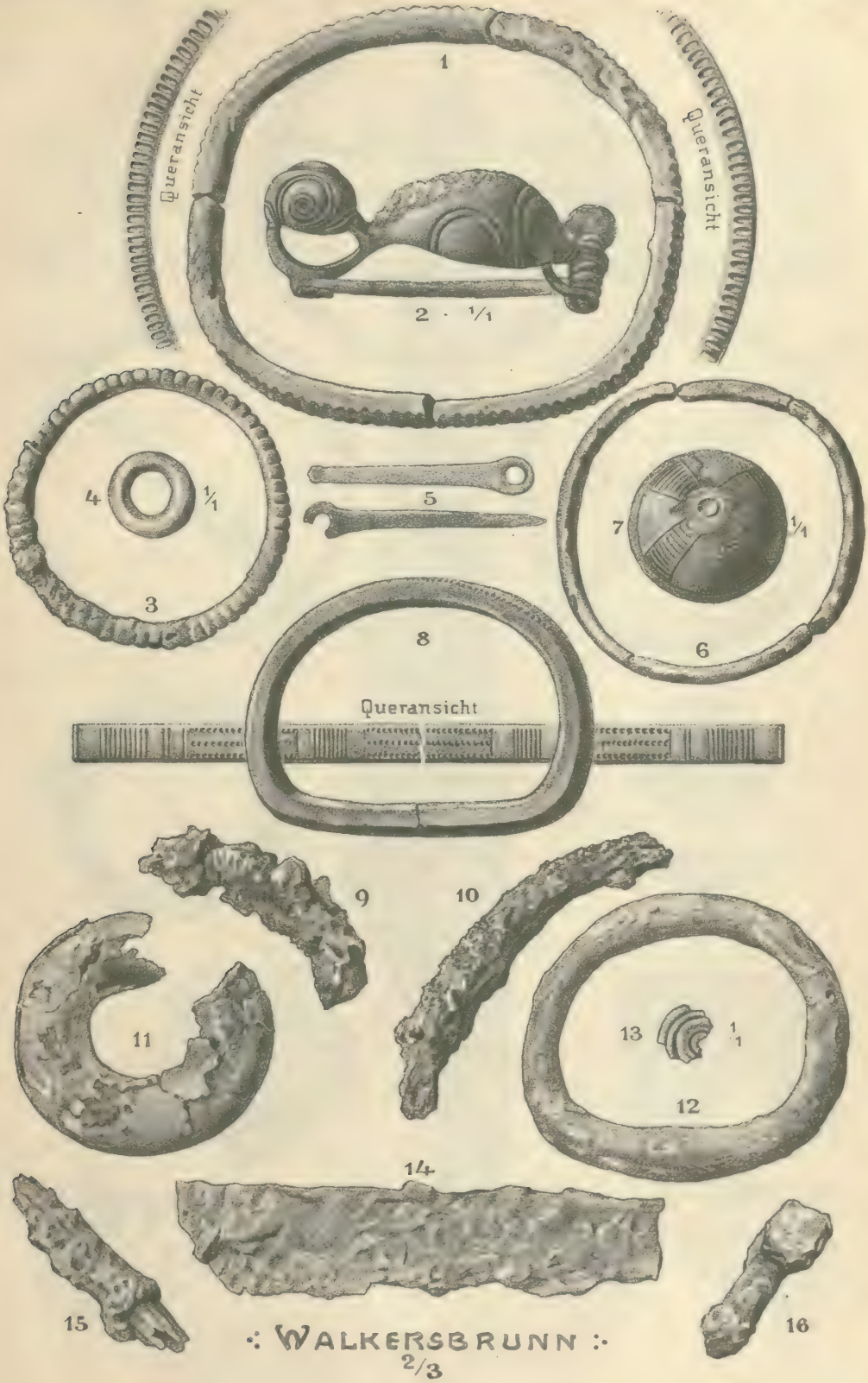


Calcinierte Knochen
Urne
Bestattete Knochen
Bernstein
Broncen
Eisen
Brandschichte

LABERSRICHT

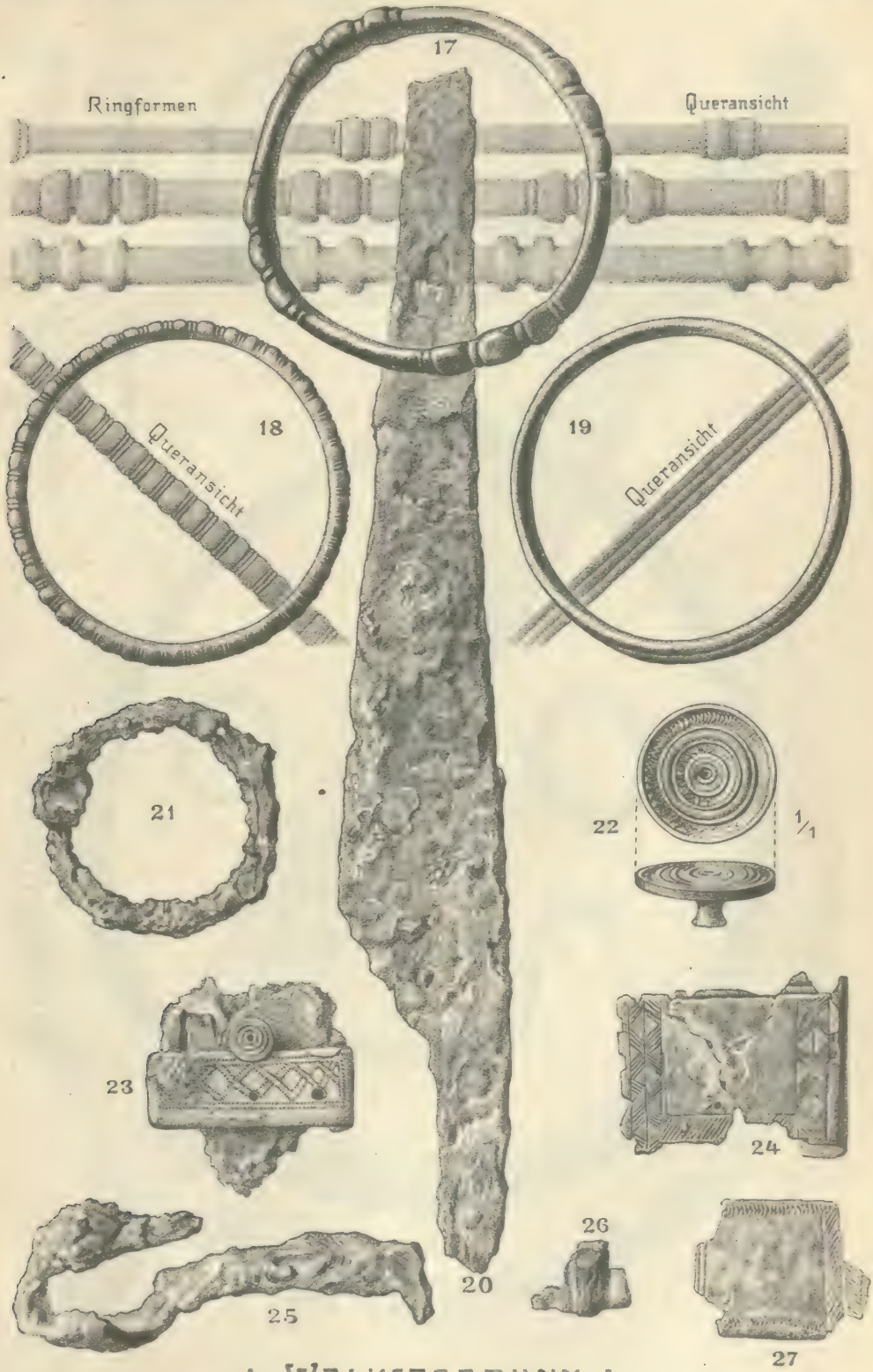


No 1,2 STREITBERG No 3 FRÄNK. SCHWEIZ
No 4-11 HOUBIRG



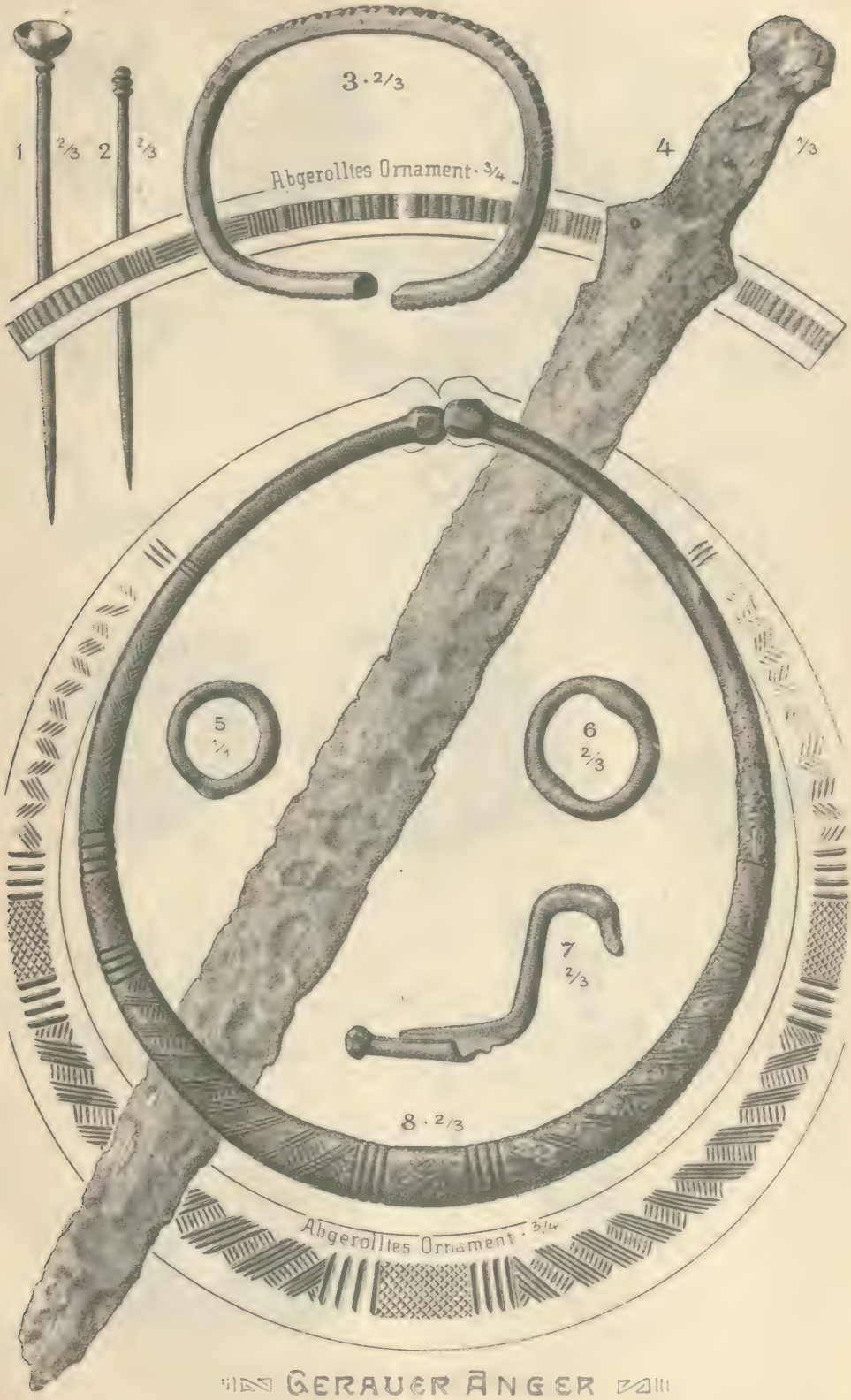
·: WALKERSBRUNN :·

2/3

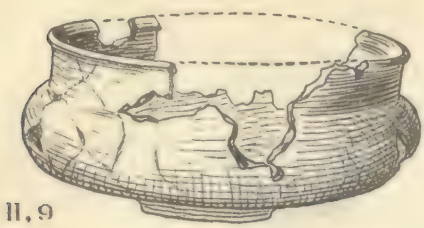


WALKERSBRUNN

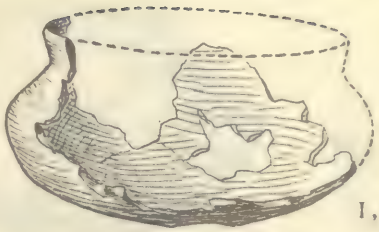
2/3



GERAUER ANGER

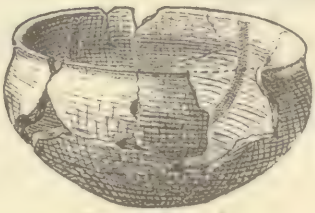


II, 9



I, 19

II, 21



I, 24

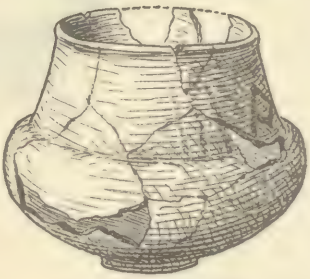
I, 19 a

II, 16

1/10

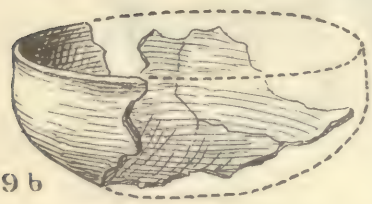
II, 27

II, 12 1/1



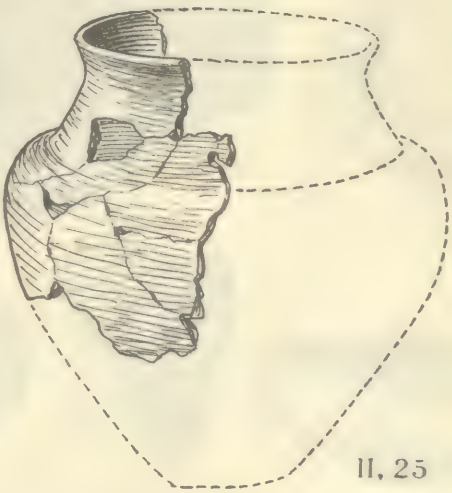
II, 25

II, 10



I, 19 b

III, 9



II, 25

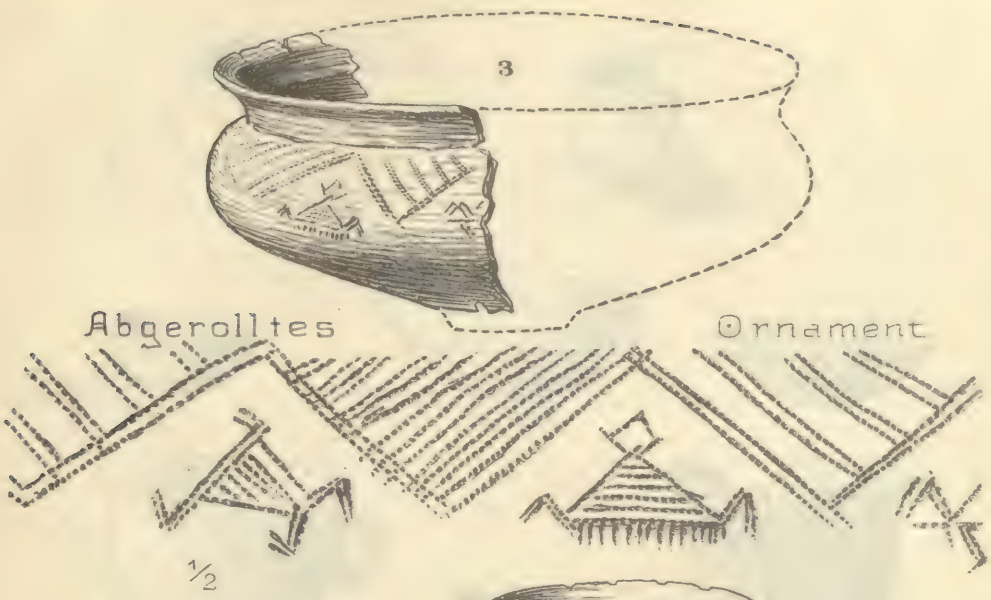
HIRSCHBERG.
1/5

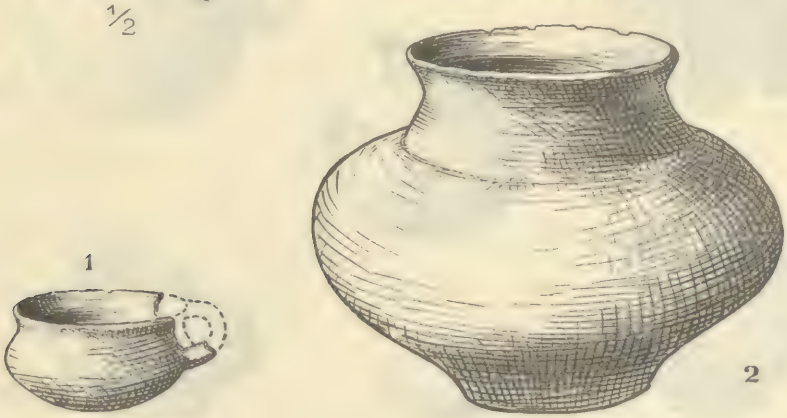
·STÖCKLACH·

1/5

·WALKERSBRUNN·

1/5

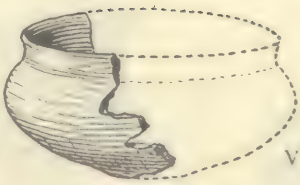




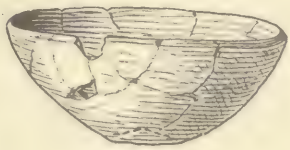
· ALFALTER · 1/5 ·

GERAUER ÄNGER
1/5

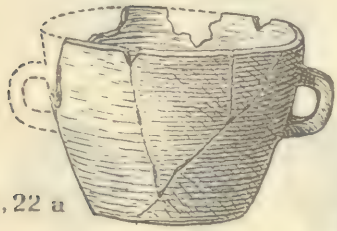
VII. 16


VII, 29 a

III, 23 b


III, 26 b

VII, 29 b


III, 22 a

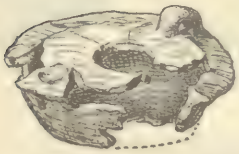
III, 24

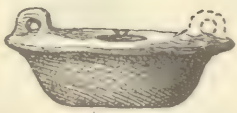
III, 25

VII, 6

III 26 c

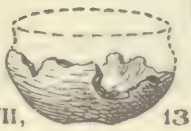
III, 10





III, 23 a

III, 26 a


VII, 13

III, 22 b

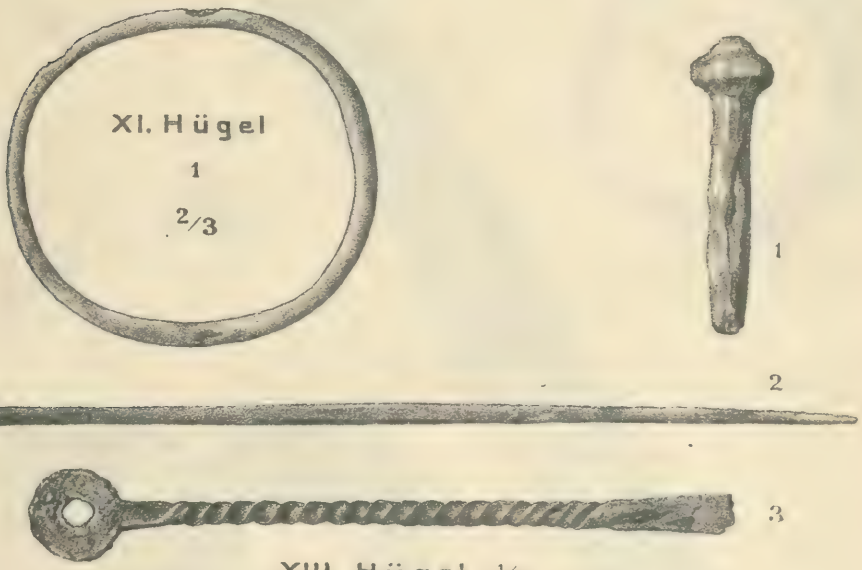
LABERSRICHT

1/5

1
3
25
2
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
2/3
1/3
23
24
KERSBACH
1/5

I. Hügel 1/1

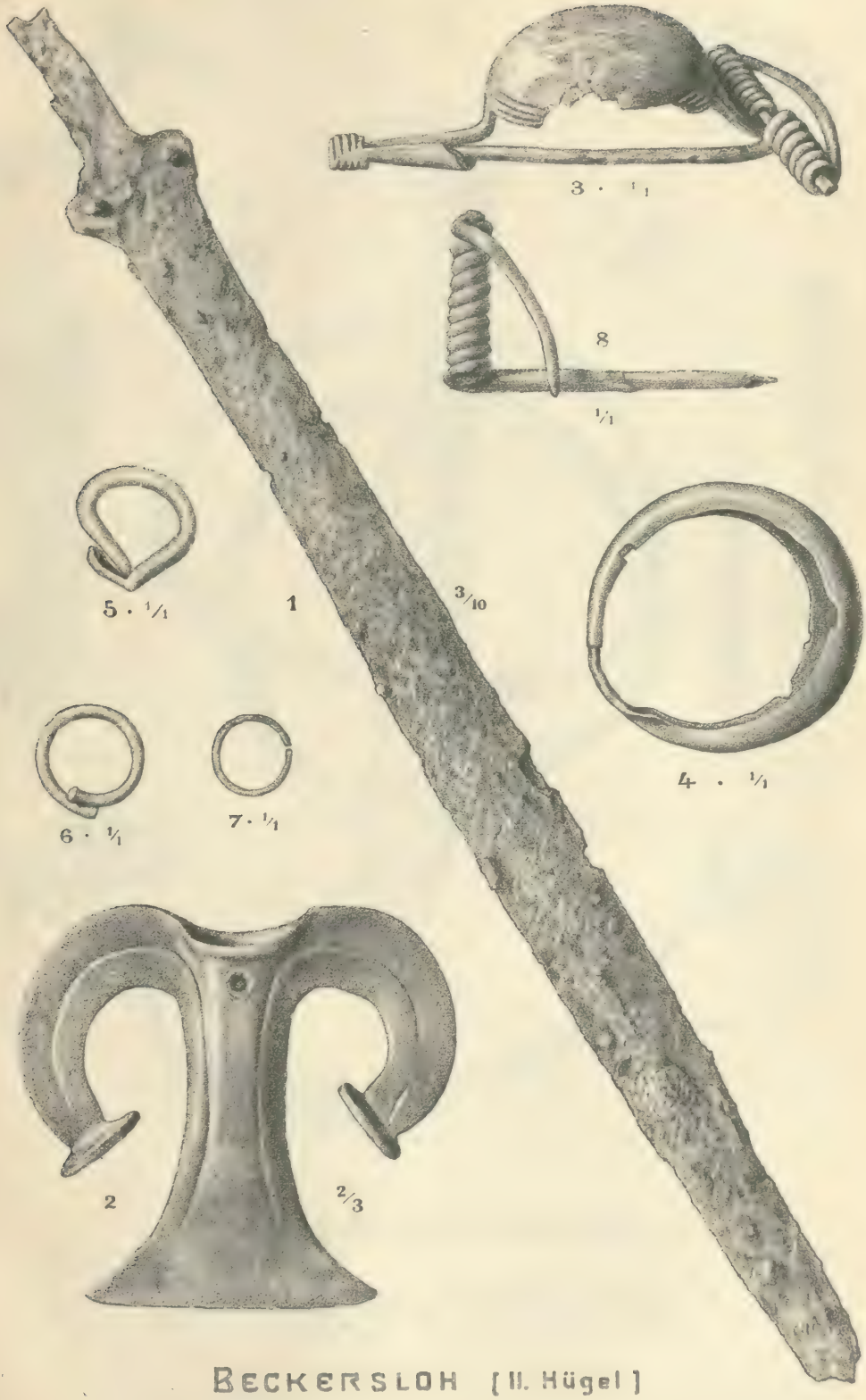
IX. Hügel 1/1



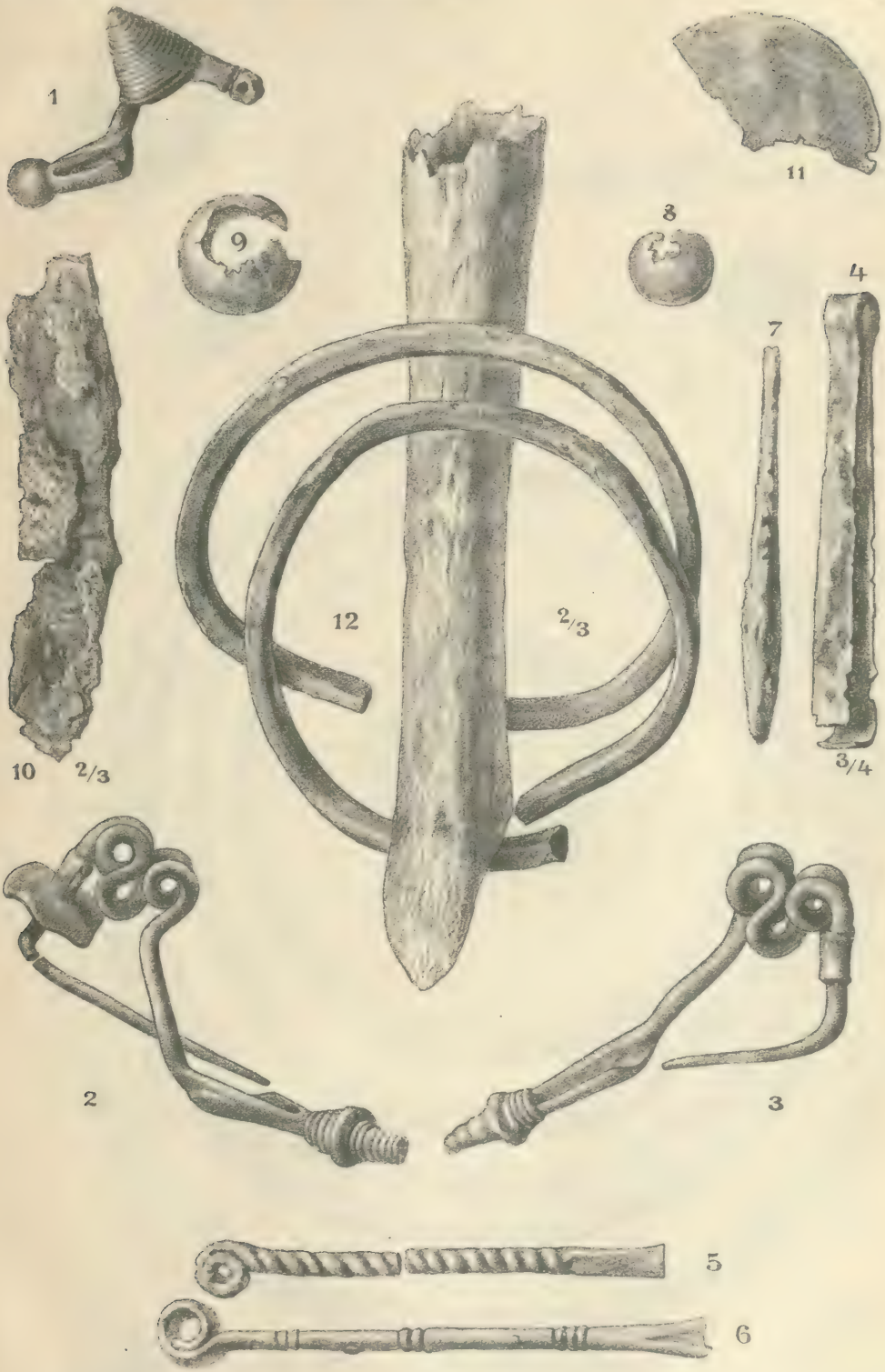
XIII. Hügel 1/1

XV. Hügel 1/1

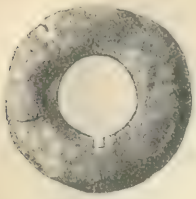
BECKERSLOH



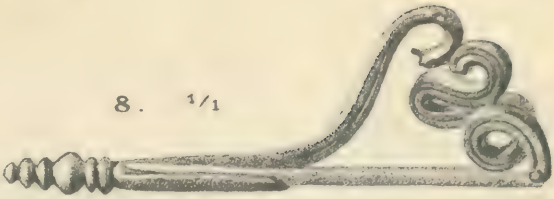
BECKERSLOH [II. Hügel]



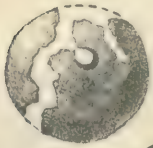
BECKERSLOH (III. Hügel)
1/1



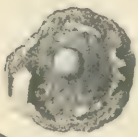
1
1/1



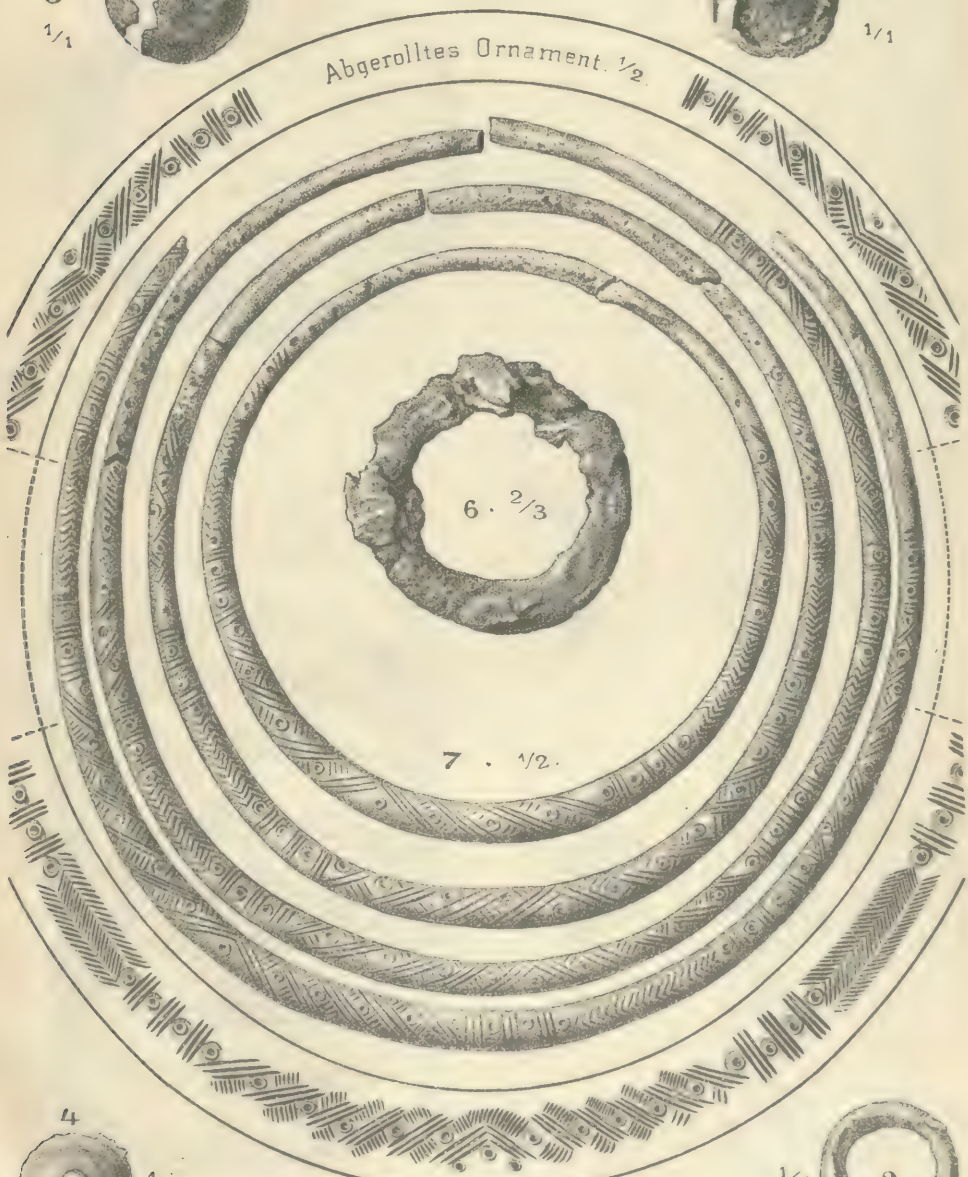
8. 1/1



5
1/1



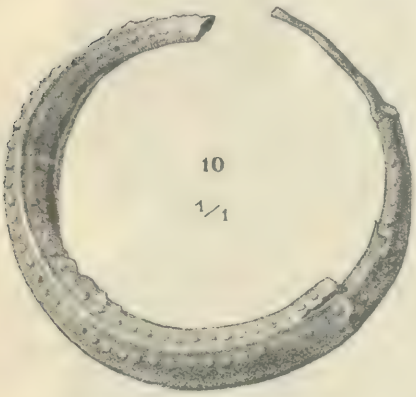
3
1/1

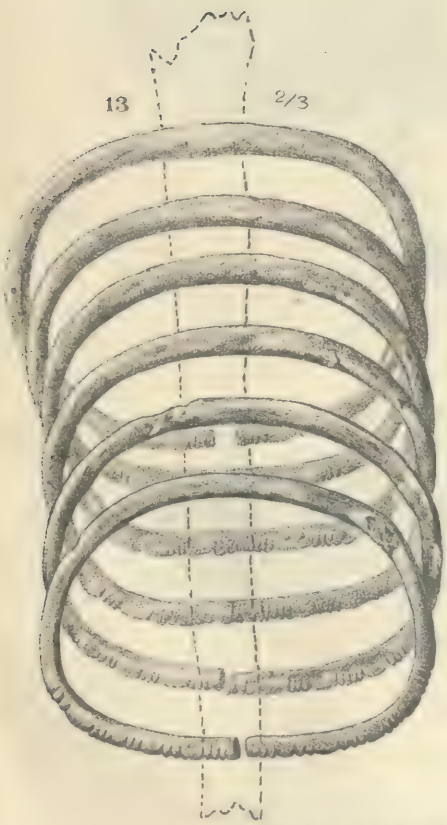


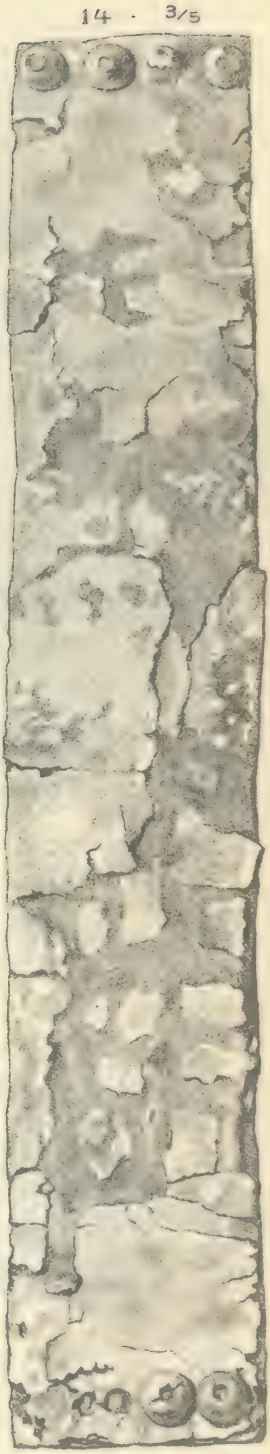
4
1/1

1/1
2

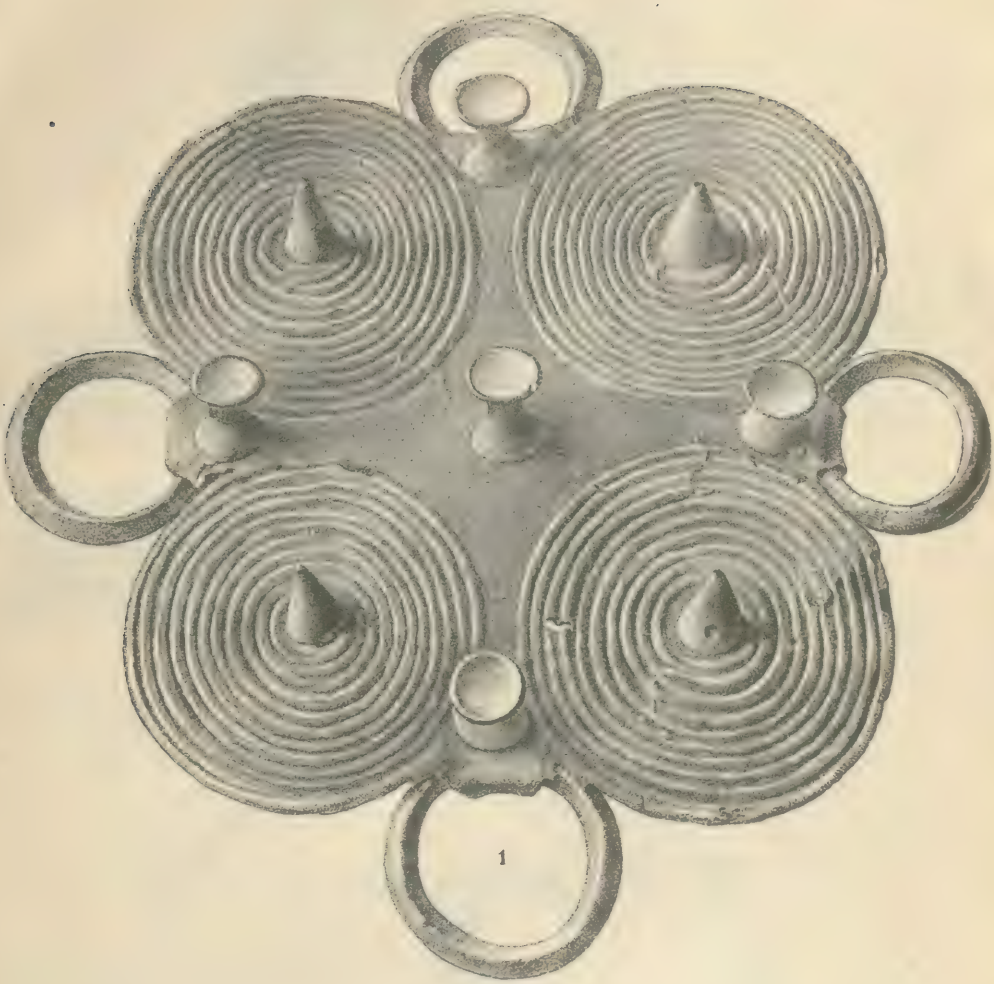
BECKERSLOH [IV. Hügel]







BECKERSLOH (IV Hügel)



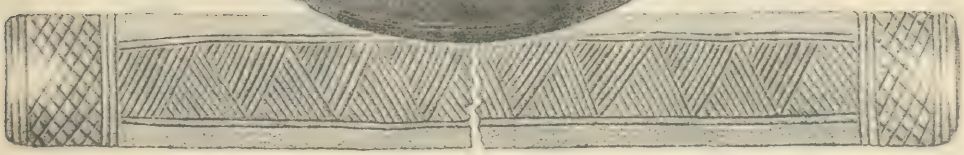
1

2/3

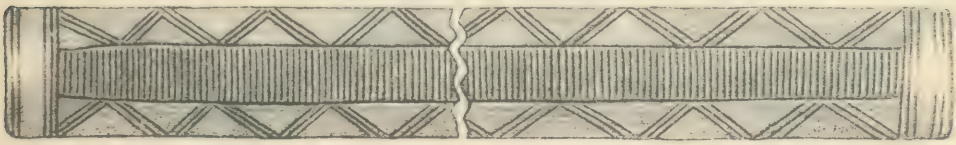
2

BECKERSLOH [V. Hügel]

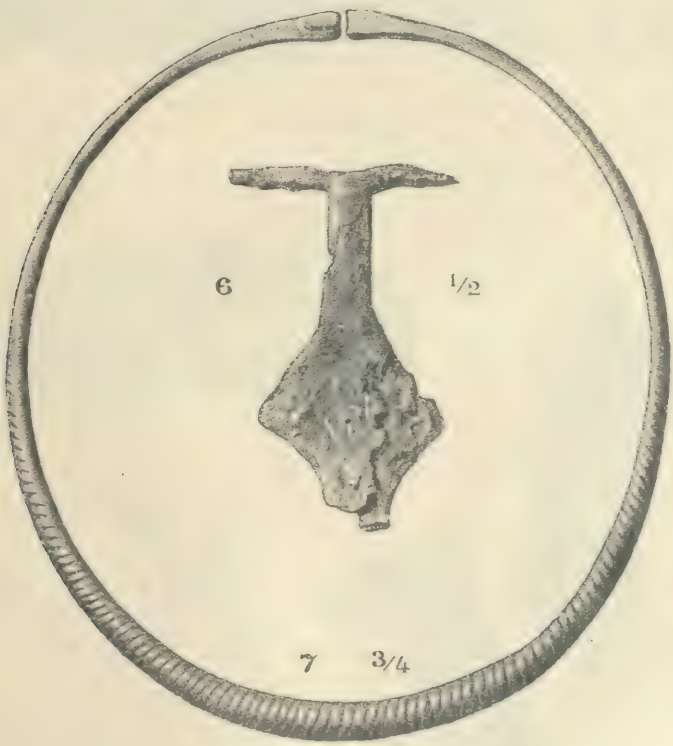
3 1/1



Abgerollte Ring-Ornamente · 1/1 · 4



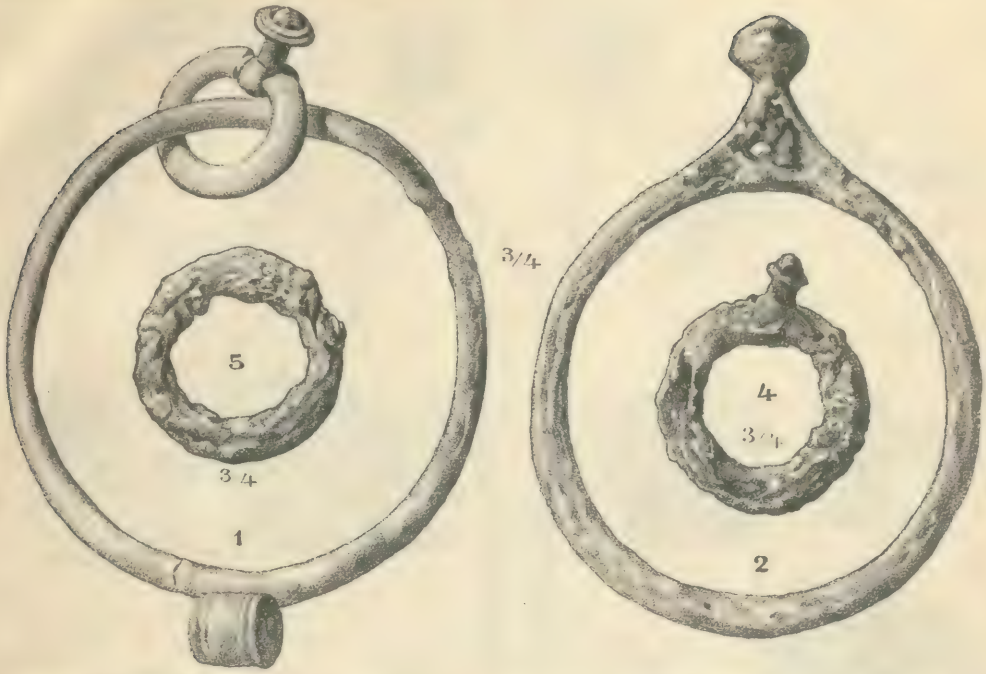
5



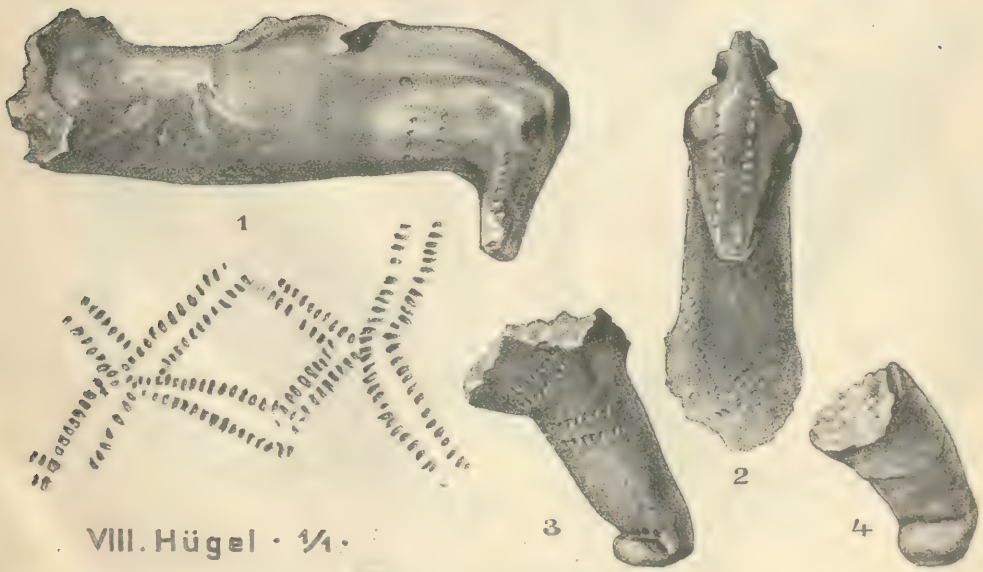
6 1/2

7 3/4

BECKERSLOH [V. Hügel]

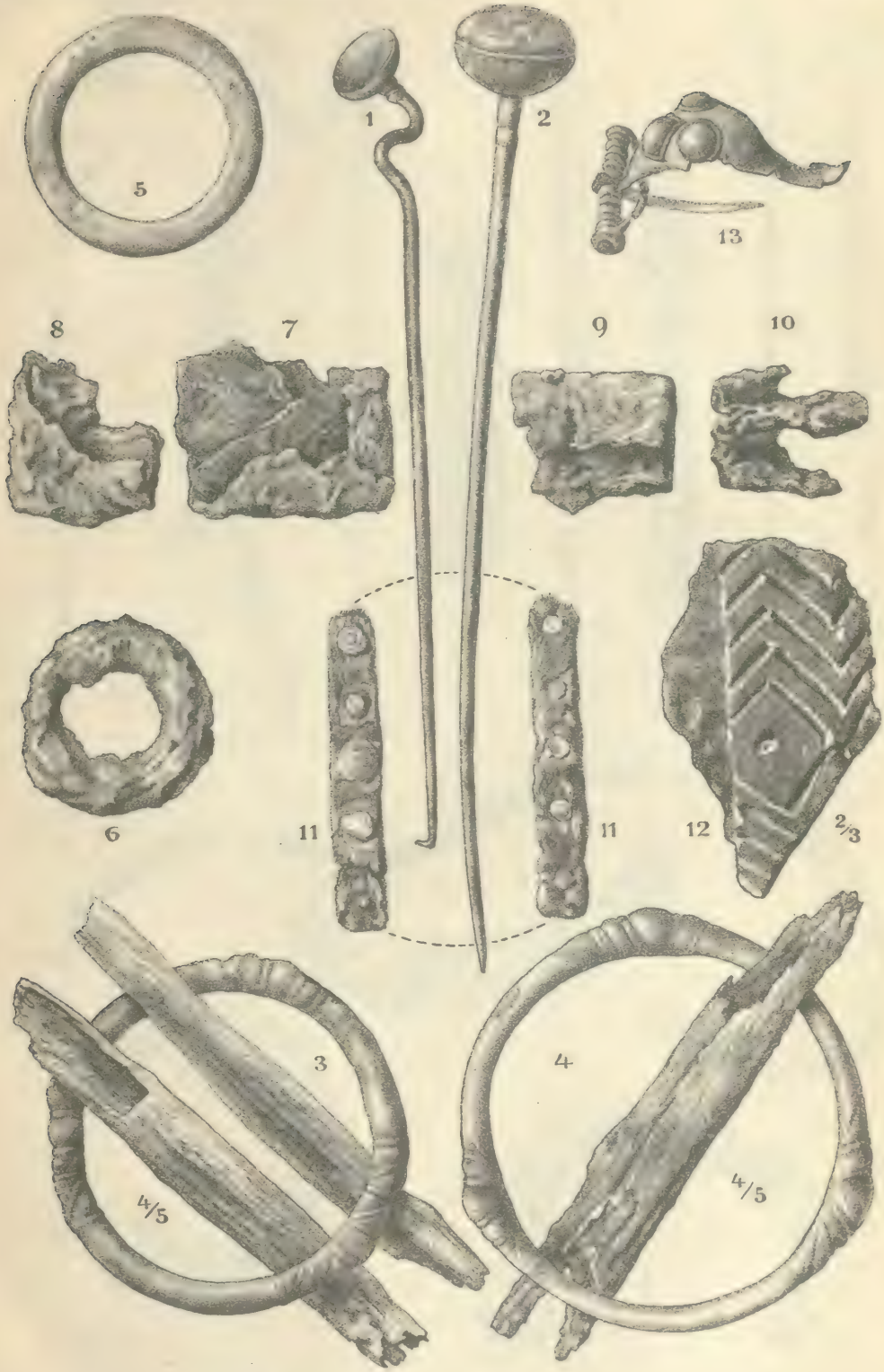


VI. Hügel



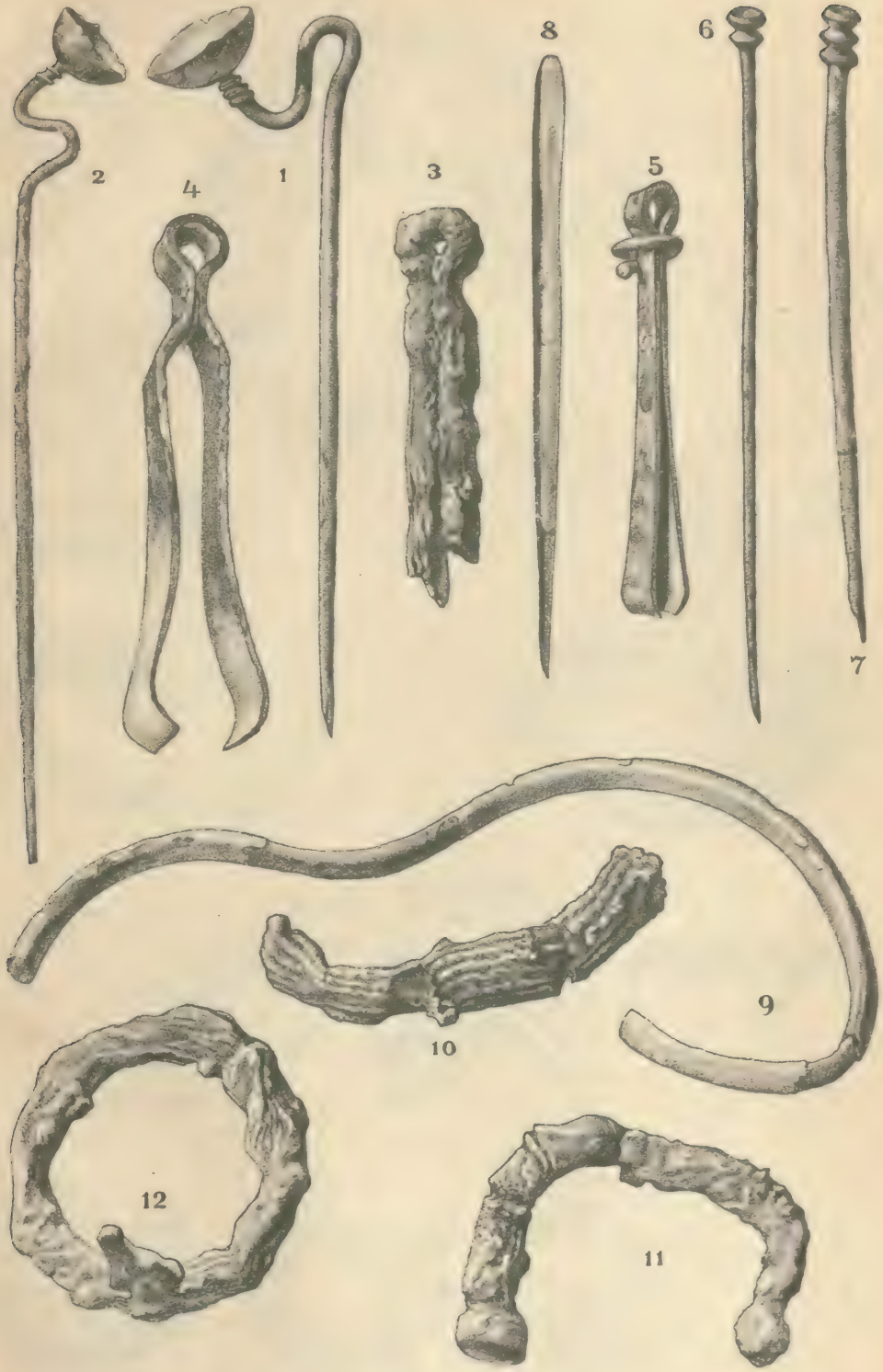
VIII. Hügel · 1/1 ·

BECKERSLOH



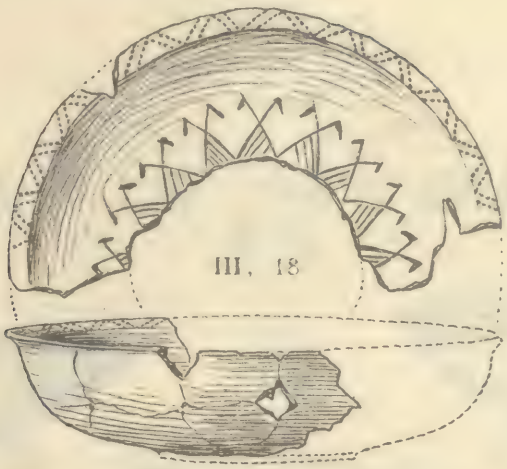
BECKERSLOH [X. Hügel]

1/1

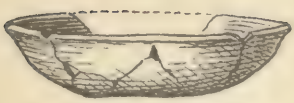


BECKERSLOH [XV. Hügel]

1/1



III, 17



III, 14

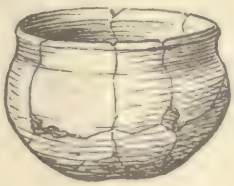
III, 16

III, 13

III, 15

VII, 2

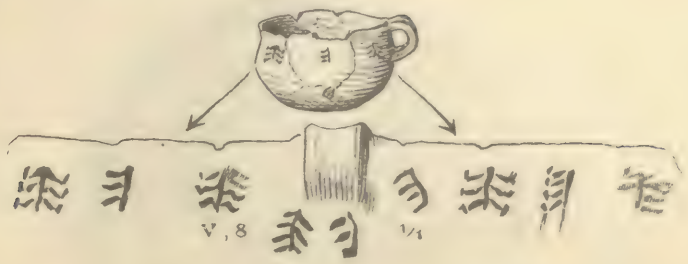
I, 4



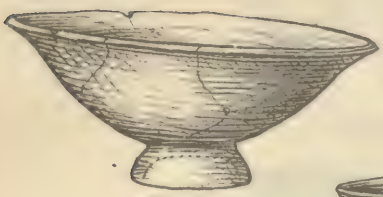
III, 19

BECKERSLOH

1/5



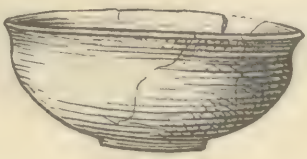
V, 8 1/1



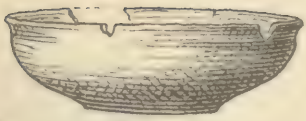
IV, 15

IV, 17

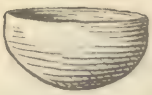
IV, 16



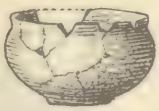
V, 9



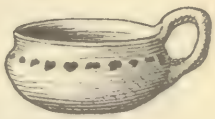
XI, 5



V, 10

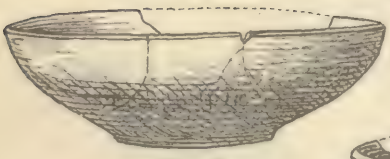


VII, 1

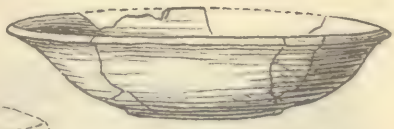


VI, 6

IX, 3



VI, 7



VII, 3

XI, 4

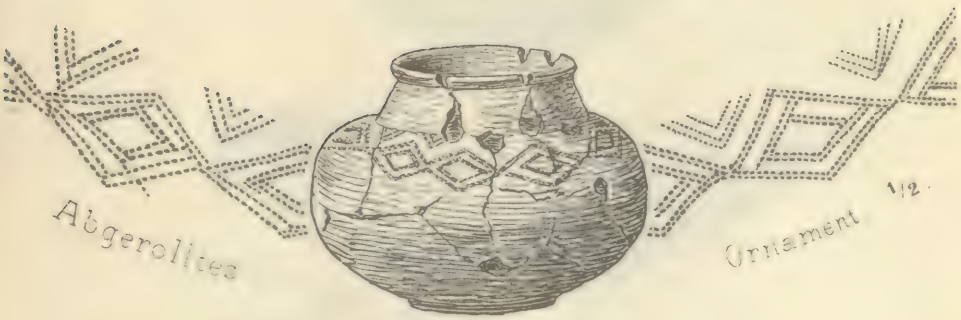
XI, 2

XI, 3

BECKERSLOH

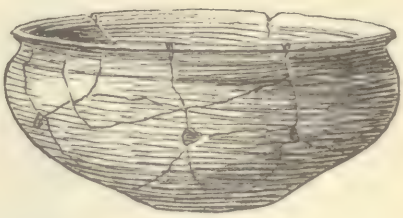
1/5

VIII, 5



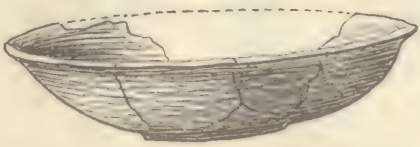
VIII, 6

XIII, 5

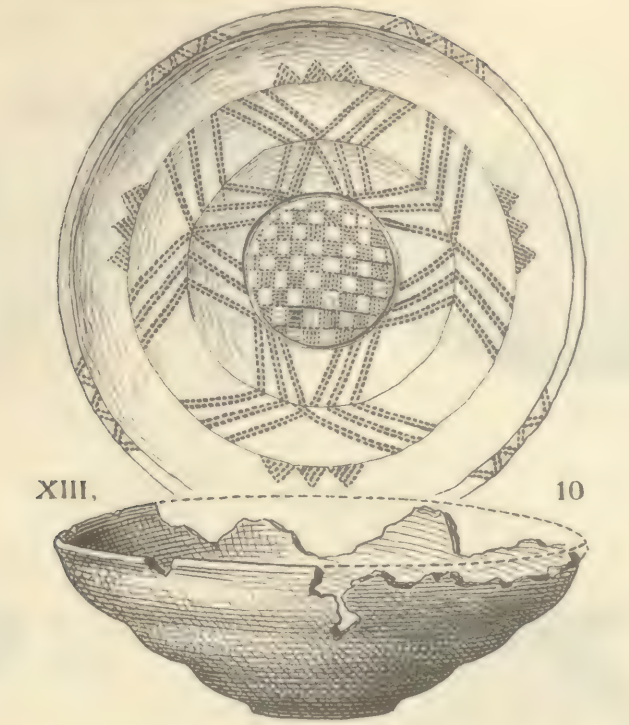


XIII, 12

XIII, 6



BECKERSLOH
1/5

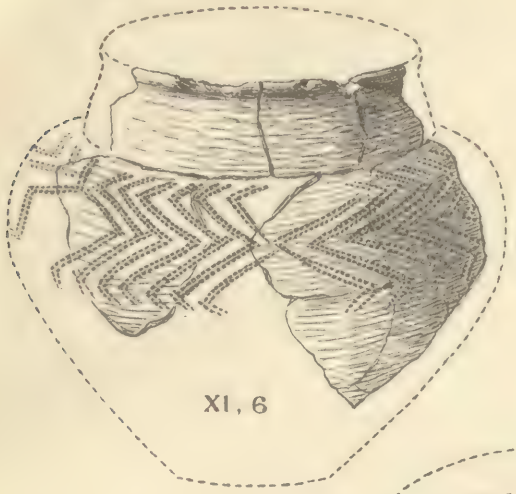


XIII, 10

XIII, 11

Beckersloh

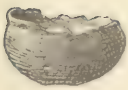
1/5



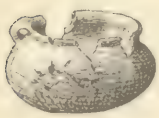
XI, 6

XIII, 4

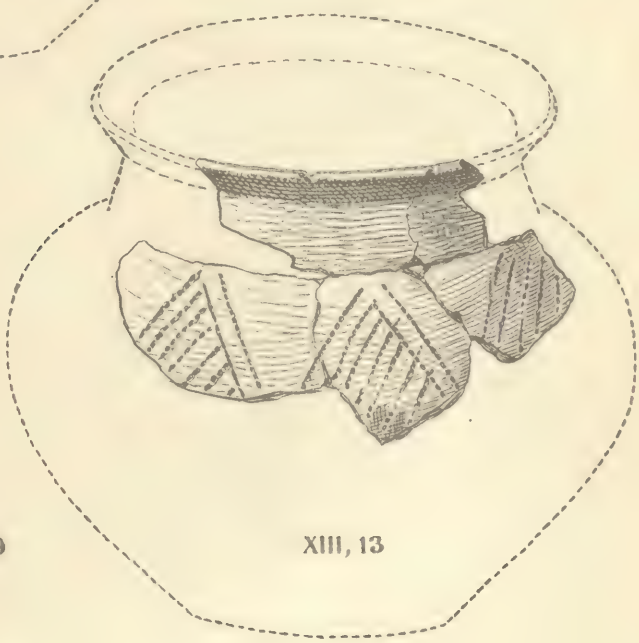
XIII, 8



XIII, 7



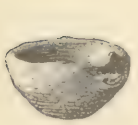
XIII, 9



XIII, 13

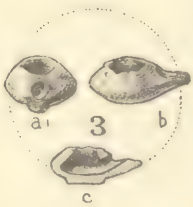
Beckersloh

1/5



1

2



a 3 b c

4

5

6

7

Nürnberg

8

9

1/5

Q
49
N26

Naturhistorische Gesellschaft
zu Nürnberg
Saecular-Feier, 1801-1901

P&A Sci

PLEASE DO NOT REMOVE
CARDS OR SLIPS FROM THIS POCKET

UNIVERSITY OF TORONTO LIBRARY